



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Особенности ветрового режима и прогноз ветра на АМСГ-I Минеральные воды»

Исполнитель Масловская Людмила Андреевна

Руководитель ст. преподаватель Зубарева Светлана Анатольевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023 г.

Филиал Российского государственного
гидрометеорологического университета в г. Туапсе

НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН

«16» 01 2023 г.

Туапсе
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика прогностической деятельности АМСГ-I Минеральные воды	5
1.1 Общая характеристика АМСГ-I Минеральные воды.....	5
1.2 Общая характеристика прогностической деятельности АМСГ-I Минеральные Воды.....	15
2 Особенности ветрового режима на АМСГ-I Минеральные воды.....	23
2.1 Физико-географическое описание района АМСГ-I Минеральные Воды	23
2.2 Анализ ветрового режима АМСГ-I Минеральные Воды.....	26
3 Анализ методов прогноза ветра на АМСГ-I Минеральные Воды	34
3.1 Характеристика методов прогноза ветра.....	34
3.2 Анализ и эффективность прогнозирования ветра на АМСГ-I Минеральные Воды.....	45
Заключение	59
Список использованной литературы.....	61
Приложение	65

Введение

Одной из важных особенностей любого АМСГ является учет ветрового режима в его деятельности, согласно которому должно соблюдаться условие ориентирование его летных полос, а взлет и посадка самолетов должна производиться в основном против ветра. Также должен учитываться боковой ветер, скорость которого не должна превышать критической величины, зависящей от конструктивных особенностей воздушного судна.

Для того чтобы учитывать характеристики ветрового режима местности обычно используются климатические данные местности, которые задаются в климатологических справочниках. Оптимальным направлением ВПП является такое, которое обеспечивает возможность взлетов и посадок воздушных судов в течение наибольшего, количества ветреных дней.

Климатические данные вследствие относительного постоянства климата определенного района или определенной авиатрассы не требуются при обеспечении отдельных полетов. Но они необходимы при решении вопросов более крупного масштаба, например, при планировании рейсов на сезон, выборе типа самолета для полетов по определенной трассе в заданных климатических условиях, оценке условий посадки в разных АМСГ, проектировании аэропортов.

Изменчивость погоды влечет необходимость четкого метеорологического обеспечения каждого полета, следовательно, прогноз погоды является неотъемлемой частью работы АМСГ.

Следовательно, работа является актуальной, так как рассматривает и особенности ветрового режима, который является составной частью климата и прогноз ветра, информация о котором является безопасным критерием взлета и посадки воздушных судов.

Объектом изучения работы является АМСГ-І Минеральные воды.

Предметом изучения является ветровой режим и прогноз ветра на АМСГ-І Минеральные воды.

Цель работы: выявление особенностей ветрового режима и прогнозирования ветра на АМСГ-I Минеральные воды.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- дать общую характеристику АМСГ-I Минеральные воды и его прогностической деятельности;
- выявить особенности ветрового режима на АМСГ-I Минеральные воды;
- охарактеризовать и провести анализ методов прогноза, применяемых на АМСГ-I Минеральные воды.

1 Общая характеристика прогностической деятельности АМСГ-I Минеральные воды

1.1 Общая характеристика АМСГ-I Минеральные воды

Метеорологическое обеспечение полетов на аэродроме Минеральные Воды осуществляет аэродромный метеорологический орган Авиационная метеорологическая станция гражданская Минеральные Воды 1 разряда (далее АМСГ-I Минеральные Воды) в соответствии с действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологическое обеспечение полётов ВС Гражданской авиации.

АМСГ-I Минеральные Воды – структурное подразделение Северо-Кавказского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – АМСГ-I Минеральные Воды

Режим работы круглосуточный. Местонахождение: 357205, г. Минеральные Воды, Ставропольский край, территория аэропорта, АМСГ.

Индекс ИКАО - URMM; адрес AFTN – URMMYMYX.

Регламент работы аэродрома Минеральные Воды – круглосуточный.

Магнитное склонение +7°.

Аэродром ОАО «Международный аэропорт Минеральные Воды» класса А-2. Класс аэропорта – первый. Тип аэродрома – горный.

Географические координаты КТА: $44^{\circ}13'36''$ северной широты, $043^{\circ}04'59''$ восточной долготы.

Аэродром Минеральные Воды имеет одну действующую ВПП длиной 3900 м, шириной 60 м. Высота (над уровнем моря) КТА= $+317.35$ м, превышение аэродрома= $+319.1$ м, высота порога ВПП 12= $+316.0$ м, высота порога ВПП 30= $+318.2$ м.

На аэродроме Минеральные Воды установлена светосигнальная система с огнями IDM. Аэродром Минеральные Воды обеспечивает взлет и посадку для ВПП с МК 115° по I (60x550м) и II (30x350м) категориям ИКАО, с МК 295° взлет и посадка по I (60x800м) категории ИКАО. Для взлета и посадки по ПВП минимум аэродрома – 450x5000 м.

Верхний предел минимальной высоты в секторе составляет 1940 м.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет круглосуточные, непрерывные наблюдения за состоянием погоды на аэродроме Минеральные Воды.

В связи с изменчивостью метеорологических элементов в пространстве и во времени, а также в виду несовершенства методики наблюдений и определения некоторых элементов, получатель сводки рассматривает конкретное значение любого элемента только как максимально приближенное к действительным условиям, имевшим место в момент наблюдений.

Наблюдения являются основой для составления регулярных, специальных сводок и сводок по сигналу «Тревога», подлежащих распространению на аэродроме и за его пределами[16]. Основной пункт наблюдений (ОПН) расположен на 1-м этаже ВСДП-115.

Измерение и обработка метеопараметров на ВПП, формирование и передача метеосообщений, с целью обеспечения взлета и посадки воздушных судов производится посредством КРАМС-4 (основного и резервного комплектов) установленному на ОПН. Метеорологические наблюдения с ОПН производятся автоматически, дистанционно по датчикам КРАМС-4 за

параметрами ветра, видимостью, высотой нижней границы облаков, атмосферным давлением, температурой и влажностью воздуха (рисунок 1.2).

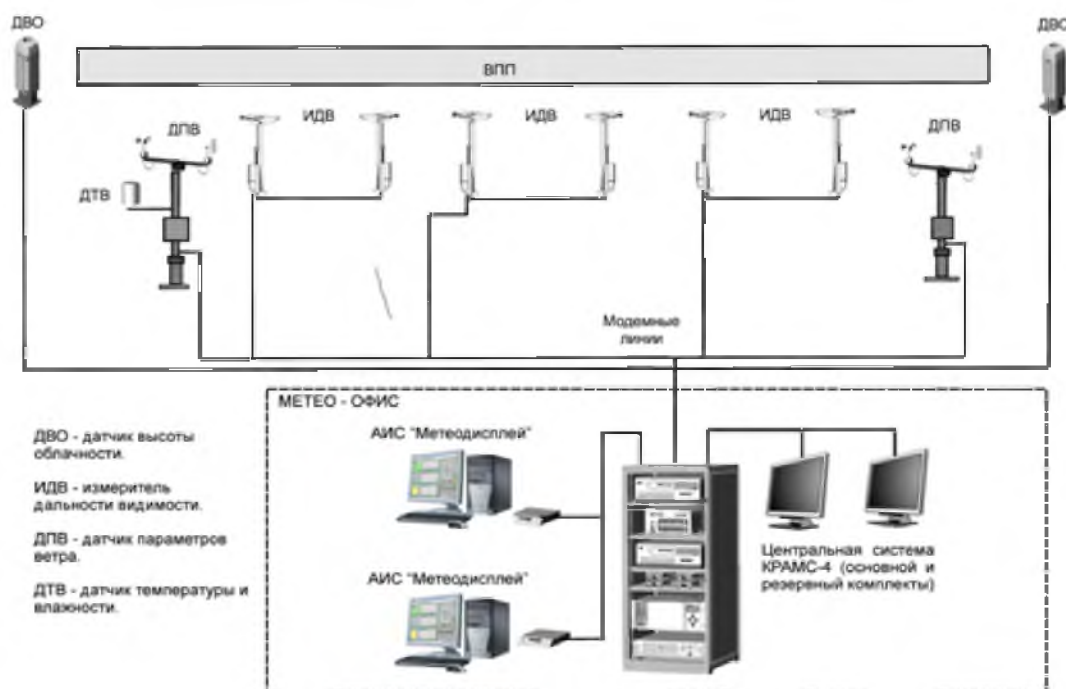


Рисунок 1.2 – Станция КРАМС-4[11]

В КРАМС-4 обеспечен ручной ввод метеовеличин, не измеряемых автоматически, а также внесение значений метеозаэлементов, измеряемых автоматически.

К метеозаэлементам, не измеряемым автоматически и вводимым вручную, относятся:

- количество облаков (общее и нижнего яруса);
- форма облаков;
- атмосферные явления;
- сдвиг ветра по данным бортовой погоды;
- наличие турбулентности;
- наличие обледенения;
- явления предшествующей погоды;
- дополнительная информация, сообщаемая диспетчерами СДП (ДПР) или персоналом ОВД;
- рабочий курс взлета и посадки;

- группа состояния ВПП;
- группа яркости ОВИ.

Датчики, входящие в состав КРАМС-4[6]:

а) Первичные измерительные преобразователи метеорологической видимости установлены:

- LT31 с МК-115 на расстоянии 401 метров от торца ВПП в сторону середины, на расстоянии 100 (резервный) и 110 (основной) метров от осевой линии ВПП, на высоте 2.5 метра над уровнем ВПП;
- LT31 (основной) с МК-295 на расстоянии 413 метров от торца ВПП в сторону середины, на расстоянии 110 метров от осевой линии ВПП и FD12P (резервный) на расстоянии 398 метров от торца ВПП в сторону середины, 120 метров от осевой линии ВПП, на высоте 2.5 метра над уровнем ВПП;
- LT31 у середины ВПП на расстоянии 1950 метров от торца ВПП МК-115 в сторону середины на расстоянии 100 (резервный) и 110 (основной) метров от осевой линии ВПП, на высоте 2.5 метра над уровнем ВПП;

б) Дистанционные первичные измерители высоты нижней границы облаков (вертикальной видимости) типа CL31 установлены:

- с МК-115 (основной и резервный) на удалении 1063.5 метра от порога ВПП;
- с МК-295 (основной и резервный) на удалении 895 и 898 метров от порога ВПП;

в) Первичные измерители параметров ветра расположены:

- система измерения параметров ветра на базе цифрового преобразователя WT501, установлена на расстоянии 125 (резервный) и 135 (основной) метров от осевой линии ВПП и 433 метра от торца ВПП с МК115 в сторону середины ВПП, в составе: анемометр WAA151, флюгер WAV151.
- система измерения параметров ветра на базе цифрового преобразователя WT501, установлена на расстоянии 125 (резервный) и 135 (основной)

метров от осевой линии ВПП и 423 метра от торца ВПП с МК-295 в сторону середины ВПП, в составе: анемометр WAA151, флюгер WAV151 (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Датчики параметров ветра[25]

г) Измерители атмосферного давления типа РТВ220 (основной и резервный) установлены в стойке КРАМС-4 в рабочем помещении ОПН. Высота «0» барометра станции 314.0 м в Балтийской системе высот.

д) Система измерения температуры и влажности атмосферного воздуха НМР45D на базе цифрового преобразователя WT501, установлена на метеоплощадке на мачте М-82 (резервный) на расстоянии 125 и на мачте ДКР210 (основной) на расстоянии 135 метров от осевой линии ВПП и 433 метра от торца ВПП с МК115 в сторону середины ВПП.

е) Средства отображения информации о текущей погоде на аэродроме АИС «МетеоДисплей» установлены в помещениях:

- на ОПН – контрольный;
- на ВСДП МК115 у диспетчера старта;
- на КДП у диспетчера руления, диспетчера основного старта и руководителя полетов (находятся в одном помещении);

- на КДП у диспетчера круга и подхода (находятся в одном помещении);
- на КДП у диспетчера ВМДП Пятигорск;
- у синоптиков.

Схема размещения метеорологических приборов и оборудования на аэродроме Минеральные Воды дана в Приложении 1.

Результаты инструментальных наблюдений за параметрами ветра, видимости, дальностью видимости на ВПП, высотой нижней границы облачности (вертикальной видимостью), а также температуры воздуха, температуры точки росы и атмосферного давления, предназначенные для распространения на аэродроме, каждые 60 секунд передаются на АИС «МетеоДисплей» и на рабочие места диспетчеров УВД (КСА УВД «Альфа»).

Информация о смене рабочего курса сообщается технику-метеорологу ОПН диспетчером СДП или ДПР. Результаты наблюдений с новым рабочим курсом в течение 1 минуты выдаются на АИС «МетеоДисплей». Информация о состоянии ВПП в закодированном виде сообщается технику-метеорологу ОПН диспетчером СДП, и включается в ближайшую сводку погоды в том виде в каком эти данные получены и отображается на АИС «МетеоДисплей».

Вся передаваемая на средства отображения метеоинформация автоматически регистрируется (архивируется) в КРАМС-4. В качестве резерва передачи метеоинформации используется ГГС и телефонная связь, которая документируется записью речевой информации[15].

Синхронизация времени КРАМС-4 производится по GPS, на АИС «МетеоСервер» и других рабочих местах производится 1 раз в час по серверу точного времени.

АМСГ-I Минеральные Воды обеспечивает специализированной метеорологической информацией диспетчерские пункты Аэродромного диспетчерского центра ЕС ОрВД (Минеральные Воды) Минераловодского центра ОВД филиала «Аэронавигация Юга»:

- стартовый диспетчерский пункт – СДП;
- диспетчерский пункт руления – ДПР;

- вспомогательный стартовый диспетчерский пункт – ВСДП;
- диспетчерский пункт подхода – ДПП;
- диспетчерский пункт круга – ДПК;
- вспомогательный местный диспетчерский пункт – ВМДП Пятигорск;
- руководителя полетов – РП;
- группу обеспечения планирования воздушного движения – ГОПВД.

Наблюдения за параметрами ветра у поверхности земли производятся инструментально с помощью систем измерения параметров ветра WAA151, WAV151 и включают в себя измерения направления ветра, средней и максимальной скорости ветра.

Период осреднения для наблюдений за ветром на КРАМС-4 составляет:

- 2 минуты для местных сводок, распространяемых на аэродроме;
- 10 минут для сводок, распространяемых за пределы аэродрома (METAR, SPECI).

Датчики параметров ветра сориентированы по истинному меридиану. Для получения направления ветра по магнитному меридиану в КРАМС-4 из полученного отсчета направления ветра вычитается 7° [8].

В местные, местные регулярные, местные специальные сводки погоды включается направление ветра в градусах с поправкой на магнитное склонение и скорость в метрах в секунду с рабочего курса (вблизи зоны приземления). В сводки METAR, SPECI включается истинное направление ветра в градусах и скорость в метрах в секунду с рабочего курса[9].

В местных сводках, передаваемых открытым текстом, при слабом переменном ветре со скоростью 1 м/сек и менее, указываются две экстремальных величины направления в градусах, в пределах которых наблюдалось изменение ветра.

Пример: «ПЕРЕМЕННЫЙ ОТ 350 ДО 050 ГРАДУСОВ 1 МЕТР В СЕКУНДУ».

В местных сводках, когда не представляется возможности определить среднее направление ветра, например, при слабом ветре 1 м/сек и менее или

более высоких скоростях ветра, например, при прохождении грозы над аэродромом, направление ветра указывается термином «переменный» без указания направления.

Пример: «ПЕРЕМЕННЫЙ 1 МЕТР В СЕКУНДУ» или «ПЕРЕМЕННЫЙ 10 МЕТРОВ В СЕКУНДУ ПОРЫВЫ 18».

Максимальная скорость ветра (порывы) оценивается за десятиминутный период, предшествующий наблюдению, и включается в сводки погоды дополнительно к средней только в тех случаях, когда отклонение от средней скорости ветра составляет:

- 3 м/с или более – для местных сводок, распространяемых на аэродроме;
- 5 м/с или более – для сводок METAR и SPECI.

Порыв сообщается посредством включения буквы G после средней скорости.

Пример: METAR... 27005G12MPS.

В сводках METAR, SPECI указывается две экстремальных величины направления, если в течение 10 минут наблюдений, предшествующих сроку, направление менялось в интервале от 60 до 180 градусов при средней скорости ветра 1 м/сек и более.

Пример: METAR... 27005MPS 240V320.

В сводках METAR, SPECI, если во время прохождения грозы над аэродромом, в течение 10 минут наблюдений, предшествующих сроку, направление менялось на 180 или более градусов при средней скорости ветра более 1 м/сек, направление ветра указывается как переменное без указания среднего направления.

Пример: METAR... VRB15MPS.

В сводках METAR, SPECI при штиле, когда скорость ветра менее 0,5 м/сек - 00000MPS.

Информация о наличии сдвига ветра вдоль траектории взлета или захода на посадку между уровнем ВПП и 500 м (1600 футов) является важной для производства полетов и сообщается экипажем диспетчеру УВД.

При сообщениях экипажа через диспетчера УВД о фактическом умеренном, сильном или очень сильном сдвиге ветра, по указанию синоптика прогнозиста-1 техник-метеоролог включает эту информацию в КРАМС-4.

В сводку METAR, SPECI информация о сдвиге ветра включается без указания интенсивности: «WSR12» - сдвиг ветра с курсом 115°, «WSR30» – сдвиг ветра с курсом 295°.

В местные сводки на «МетеоДисплей» и на ATIS включается сообщение о фактическом сдвиге ветра с указанием интенсивности и местоположения сдвига ветра.

На «МетеоДисплее» будет запись:

- MOD WS – умеренный сдвиг ветра;
- SEV WS – сильный, очень сильный сдвиг ветра;
- IN CLIMB-OUT –привзлете;
- IN APCH – при посадке;
- ON FNA – на конечном этапе посадочной прямой.

Если экипаж сообщил о сдвиге ветра в слое, то этот слой будет указан в метрах.

Если по истечении 60 минут информация о сдвиге ветра экипажами ВС не подтверждается, группа о сдвиге ветра исключается из сводок погоды.

Наблюдения за ветром на высотах не производятся.

Порядок проведения метеорологических радиолокационных наблюдений осуществляется с помощью доплеровского метеорологического радиолокатора (далее – ДМРЛ-С), распространения данных наблюдений (рисунок 1.4)

ДМРЛ-С Минеральные Воды расположен на удалении 1534 м с азимутом 266.5 градуса от КТА аэродрома Минеральные Воды. ДМРЛ-С Минеральные Воды находится на балансе Северо-Кавказского УГМС.

ДМРЛ-С обеспечивает получение информации о полях облачности, осадков и связанных с ними опасных явлениях погоды (гроза, град, ливни, шквал и т.д.), интенсивности осадков, параметрах ветра и турбулентном состоянии атмосферы, фазовом состоянии гидрометеоров в облаках[7].

В соответствии с регламентом работы ДМРЛ-С радиолокационные наблюдения производятся с радиусом обзора 250 км круглосуточно каждые 10 минут.



Рисунок 1.4 – Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С

Результаты радиолокационных наблюдений за все сроки автоматически отображаются в виде карт радиолокационной обстановки на УУВК ДМРЛ-С и АП «МетеоЯчейка», АИС «Марс» у синоптиков и абонентском пункте ДМРЛ-С у техников-метеорологов и начальника АМСГ[2].

При наличии по данным ДМРЛ-С Минеральные Воды грозových, градовых и/или сильных ливневых очагов в радиусе 200 км результаты радиолокационных наблюдений передаются в виде контуров зон опасных явлений (ОЯ) через АИС «МетеоСервер» в формате, предусмотренном «Протоколом функционального взаимодействия автоматизированной информационной системы «МетеоСервер» с аэродромно-районной автоматизированной системой УВД «АЛЬФА» v6.06 и автоматически отображаются на мониторах рабочих мест диспетчеров службы УВД.

В местные сводки и местные специальные сводки, передаваемые на ATIS,

включаются при наличии грозовые, градовые и/или сильные ливневые очаги в радиусе 100 км (5 ближайших к аэродрому очагов с указанием их удаления и азимута, общего направления и скорости смещения) за ближайший кратный 10 минутам срок наблюдения.

При неисправности автоматизированных средств передачи данных, радиолокационная метеорологическая информация предоставляется синоптиком прогнозистом-1 по запросу диспетчера УВД в устной форме по ГГС или телефону в виде местоположения зон с сильными ливнями, грозоопасными и градоопасными очагами из таблицы штормоповещения АП «МетеоЯчейка» АИС «МетеоСервер».

1.2 Общая характеристика прогностической деятельности АМСГ-I Минеральные Воды

Прогнозы погоды по аэродрому Минеральные Воды в формате международного кода TAF на период действия 24 часа (FT) выпускаются круглосуточно, каждые 3 часа, с 00 часов ВСВ, с заблаговременностью 1 час до начала действия.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет прогностическое обеспечение полётов ВС на аэродроме Грозный (Северный) в соответствии с «Инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме Грозный (Северный)».

Прогнозы погоды по аэродрому Грозный (Северный) в формате международного кода TAF на период действия 9 часов (FC) выпускаются круглосуточно, каждые 3 часа, с 00 часов ВСВ, с заблаговременностью 1 час до начала действия.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет метеорологическое обеспечение полётов ВС, выполняющих авиационные работы и коммерческие полёты по зонам 1, 2а, 2б в границах ответственности ДПК Грозный (по указанию) и в соответствии с настоящей Инструкцией.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет прогностическое обеспечение полётов ВС на аэродроме Магас в соответствии с «Инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме Магас».

Прогнозы погоды по аэродрому Магас в формате международного кода TAF на период действия 9 часов (FC) выпускаются каждые 3 часа. Первый прогноз выпускается за 1 час до начала работы аэродрома в соответствии с регламентом работы.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет прогностическое обеспечение полётов ВС на аэродроме Владикавказ (Беслан), в соответствии с «Инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме Владикавказ (Беслан)». Прогнозы погоды по аэродрому Владикавказ (Беслан) в формате международного кода TAF на период действия 9 часов (FC) выпускаются каждые 3 часа. Первый прогноз выпускается за 1 час до начала работы аэродрома в соответствии с регламентом работы.

АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет метеорологическое обеспечение полётов ВС, выполняющих авиационные работы и коммерческие полёты в границах ответственности ДПК Владикавказ.

Сроки выпуска и периоды действия прогнозов стандартные представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сроки выпуска и периоды действия прогнозов стандартные

Вид прогноза	Формат	Сроки выпуска	Период действия
Прогноз по аэродрому Минеральные Воды	TAF	02.00	0303
		05.00	0606
		08.00	0909
		11.00	1212
		14.00	1515
		17.00	1818
		20.00	2121
		23.00	0024
Прогноз по аэродрому Грозный (Северный)	TAF	02.00	0312
		05.00	0615
		08.00	0918
		11.00	1221
		14.00	1524
		17.00	1803
		20.00	2106
		23.00	0009

Продолжение таблицы 1.1

Прогноз по аэродрому Владикавказ (Беслан)	TAF	02.00 05.00 08.00 11.00 14.00 По запросу в другие сроки	0312 0615 0918 1221 1524
Прогноз по аэродрому Магас	TAF	02.00 05.00 08.00 11.00 14.00 По запросу в другие сроки	0312 0615 0918 1221 1524
Прогноз для посадки по аэродрому Минеральные Воды	TREND	Круглосуточно каждые 30 минут и при необходимости	2 часа
Прогноз для посадки по аэродрому Грозный (Северный)	TREND	Круглосуточно каждые 30 минут и при необходимости	2 часа
Прогноз для посадки по аэродрому Владикавказ (Беслан)	TREND	В период регламента работы каждые 30 минут и при необходимости	2 часа
Прогноз для посадки по аэродрому Магас	TREND	В период регламента работы каждые 30 минут и при необходимости	2 часа
Прогноз по зонам 1, 2а, 2б ДПК Грозный	GAMET	В период работы ДПК Грозный при выполнении функций МДП	В соответствии с Инструктивным материалом по прогнозам в формате GAMET, 2015
Прогноз по зонам 10, 11а, 11б ДПК Владикавказ	GAMET	05.00 11.00	0612 1218

В технологии работы синоптика-прогнозиста время указано в ВСВ.
Распорядок рабочего времени:

- дневная смена продолжительностью 10 часов;
- ночная смена продолжительностью 13 часов.

В работе синоптик-прогнозист руководствуется законодательными и нормативными документами, своей должностной инструкцией[5].

В период дежурства синоптик-прогнозист осуществляет постоянный

мониторинг за синоптической обстановкой на аэродроме Минеральные Воды, в зоне ответственности Минераловодского центра ОВД, предоставляет пользователям регулярное, своевременное и качественное метеорологическое обеспечение в соответствии с нормативными документами.

Старшим смены АМСГ-I Минеральные Воды является синоптик с более высокой категорией. При нахождении в смене работников с одинаково высокими категориями – старшинство определяется согласно порядку номеров рабочих мест.

Старший смены осуществляет оперативный контроль качества работы работников в смене. Оказывает методическую помощь работникам более низкой категории при выполнении ими должностных обязанностей.

Синоптик-прогнозист выполняет на своем рабочем месте поручения или указания начальника АМСГ, не связанные с оперативным дежурством[28].

Синоптик-прогнозист в работе использует:

- многофункциональные автоматизированные системы и комплексы: АИС «МетеоСенс», АИС «МетеоКонсультант», АИС «МетеоСервер», АИС «Марс», АИС «МетеоДисплей», АП ДМРЛ-С;
- документы установленного образца;
- оргтехнику;
- средства связи (ГГС, телефон, Интернет, электронная почта, скайп).

Рабочее место синоптика-прогнозиста расположено на 1 этаже здания командно-диспетчерского пункта (КДП) ОАО «Международный аэропорт Минеральные Воды».

В период работы синоптик-прогнозист, используя многофункциональные автоматизированные системы и комплексы, принимает, обрабатывает и анализирует:

- кольцевые карты за 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00 ВСВ;
- приземные карты за 00.00, 06.00, 12.00, 18.00 ВСВ;
- карты абсолютной топографии АТ- 925, 850, 700, 500, 300, 200 гПа за

- 00.00 и 12.00 ВСВ;
- карты относительной топографии - ОТ500/1000 за 00.00 и 12.00 ВСВ;
 - прогностические карты РЦЗП Москва АТ-925, 850, 700, 500 гПа на 24 и 36 час;
 - карты диагноза (00.00, 12.00 ВСВ) и прогноза вертикальных движений (24 и 36 часов) РЦЗП Москва;
 - прогностические карты ВЦЗП Лондон особых явлений погоды на фиксированные сроки 00.00, 06.00, 12.00, 18.00 ВСВ SWM (FL 100-250) и SWH (FL 250-630) и прогностические карты ветра и температуры для уровней полетов;
 - данные фактической погоды ближайших АМСГ и АМЦ;
 - информацию со станций «штормового кольца», при необходимости уточняет фактическую погоду на ГМС по телефону;
 - данные бортовой погоды, информацию по сообщениям AIREPSpecial;
 - данные радиозондирования ближайших станций;
 - данные ИСЗ;
 - данные ДМРЛ/МРЛ;
 - продукция численных моделей атмосферы.

Производит расчет метеоэлементов и явлений погоды при возникновении условий по аэродрому Минеральные Воды:

- количества осадков, грозы, града по методу ГМЦ;
- фронтального шквала по методу Пескова-Снитковского;
- скорости ветра по величине барического градиента;
- максимальных порывов ветра на холодных фронтах по методу Мастерских;
- адвективного тумана и низкой облачности по методу Гоголевой;
- адвективного тумана и низкой облачности по методу Петренко;
- радиационного тумана по методу Зверева.

Результаты расчетов фиксируются в электронных журналах.

Синоптик-прогнозист составляет и распечатывает на бумажном носителе:

- прогнозы TAF по аэродрому Минеральные Воды с заблаговременностью не менее одного часа до начала времени действия прогноза, каждые 3 часа, с периодом действия 24 часа, сроки прогнозов 0024, 0303, 0606, 0909, 1212, 1515, 1818, 2121;
 - предупреждения по аэродрому и предупреждения о сдвиге ветра по аэродрому Минеральные Воды (при необходимости);
 - прогнозы для посадки «TREND» по аэродрому Минеральные Воды круглосуточно, каждые 00 и 30 минут, а также при прогнозировании изменений одного или нескольких метеозлементов. Период действия – 2 часа. Прогноз «TREND» передается технику-метеорологу ОПН для включения в сводки погоды. Заполняет журнал прогнозов для посадки «TREND»;
 - прогноз для взлета по запросу эксплуатанта или членов летного экипажа. Синоптик-прогнозист составляет и передает:
 - прогноз траектории смещения радиозонда АЭ Минеральные Воды за 00.00 и 12.00 ВСВ за 1 час до выпуска радиозонда через АИС «МетеоСервер» в ААС УВД «Альфа» Минераловодского центра ОВД;
 - прогноз ветра и температуры по высотам: 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0, 10.5, 12.0 км через АИС «МетеоСервер» в ААС УВД «Альфа» на сроки: 0309, 0915, 1521, 2103 ВСВ.
- Синоптик-прогнозист в течение дежурства осуществляет:
- постоянный контроль и анализ синоптической ситуации на аэродроме Минеральные Воды, в зоне ответственности Минераловодского центра ОВД и, при необходимости, вносит коррективы в прогноз по аэродрому (TAFAMD) и исправления к нему (TAFCOR), своевременно передает их в Банк данных Росгидромета (БАМД) для дальнейшего распространения потребителям;
 - доведение предупреждений по аэродрому Минеральные Воды до КДП(ДПР), КДП(СДП), ДПК, ДПП, РП Минераловодского центра ОВД, ГОСП, аэродромной службы аэропорта;

- доведение предупреждения о сдвиге ветра по аэродрому Минеральные Воды до КДП(ДПР), КДП(СДП), ДПК, ДПП, РП Минераловодского центра ОВД;
- проведение консультации заступающих дежурных смен диспетчеров Минераловодского центра ОВД и наземных служб аэропорта о фактической и прогнозируемой погоде по аэродрому и зоне ответственности Минераловодского центра ОВД, по зонам метеобеспечения МДП Ставрополь и смежным зонам, а также по трассам, пунктам посадок и запасным аэродромам;
- подготовку пакета полетной документации и предоставление метеорологической информации экипажам ВС или представителям эксплуатантов;
- проведение предполетной консультации по запросу членов экипажа ВС;
- обеспечение литерных рейсов в соответствии с «Инструкцией по метеорологическому обеспечению литерных рейсов (полетов) на аэродроме Минеральные Воды»;
- сбор бортовой погоды от экипажей ВС во время полета и после посадки через диспетчеров ОВД и непосредственно у членов экипажей с заполнением электронного Журнала бортовой погоды;
- контроль поступления сообщений SIGMET, AIRMET, AIREP Special по РПИ Ростов в Минераловодский центр ОВД;
- ведение Журнала регистрации предполетных метеорологических консультаций;
- ведение Журнала входящей штормовой информации;
- ведение Журнала данных ветра на высотах по результатам радиозондирования АЭ Минеральные Воды;
- контроль изменения суточного плана полетов.
- архивирование аэросиноптического материала, прогнозов и предупреждений, полетной документации;
- контроль работы предыдущей смены;

Синоптик-прогнозист в процессе дежурства взаимодействует с:

- начальником АМСГ-I Минеральные Воды; заместителем начальника;
- ведущим синоптиком-руководителем группы синоптиков;
- работниками дежурной смены АМСГ-I Минеральные Воды;
- РП и диспетчерами Минераловодского центра ОВД;
- экипажами воздушных судов и представителями эксплуатантов;
- руководителем комплексной смены (РКС), работниками ГОСП и аэродромной службы аэропорта Минеральные Воды.

Синоптик-прогнозист, в процессе дежурства заполняет:

- журнал ошибок и замечаний по работе группы синоптиков;
- журнал приема-сдачи дежурств синоптика-прогнозиста;
- журнал прогноза для посадки «TREND» по аэродрому Минеральные Воды;
- электронный журнал расчетных методов по аэродрому Минеральные Воды.

Синоптик-прогнозист, при необходимости, проводит разбор неоправдавшегося прогноза:

- в недельный срок в случае нарушения регулярности полетов по неоправдавшемуся прогнозу;
- в 10-ти дневный срок при отсутствии нарушений регулярности полетов.

Синоптик-прогнозист производит четкое выполнение действий при поступлении сигнала «Тревога» или возникновении авиационного события.

2 Особенности ветрового режима на АМСГ-I Минеральные воды

2.1 Физико-географическое описание района АМСГ-I Минеральные Воды

АМСГ-I Минеральные Воды по административному делению относится к Ставропольскому краю страна Российская Федерация. Он лежит на границе предгорий Главного (Большого) Кавказского хребта и степных равнин Предкавказья в центральной части Северного Кавказа.

Основной рельеф – наклонная равнина, на которой возвышаются куполообразные горы-лакколиты (неполучившиеся вулканы). Главный Кавказский хребет, расположенный к югу от Минеральных Вод на расстоянии 100-120 км, образует грандиозное складчатое поднятие, представляющее собой сплошной комплекс хребтов, расположенных параллельно водораздельному гребню или отходящих от него в виде отрогов. Северные склоны Главного Кавказского хребта представляют собой систему многочисленных хребтов, являющихся водоразделами рек, стекающих с ледников, которые переходят в равнинную часть Северного Кавказа. Территория Северного Кавказа орографически делится на три части:

- западную Кубанско-Приазовскую равнину в большей части низменную и плоскую;
- восточную Прикаспийскую низменность, еще более плоскую и в значительной своей части, лежащую ниже уровня моря;
- Ставропольскую возвышенность, расположенную между первыми двумя частями.

Почти широтное расположение Главного Кавказского хребта и его высота (в среднем 2000-3000м над уровнем моря) является естественной границей умеренного и субтропического поясов и затрудняет меридиональную циркуляцию воздушных масс, обуславливая на Северном Кавказе и Закавказье преобладание широтного перемещения воздуха (ветра восточной и западной четверти). Горы Главного Кавказского хребта препятствуют проникновению с юга теплого воздуха. В тоже время холодные воздушные массы свободно

проходят с севера и, встречая горы, надолго задерживаются здесь.

Аэродром Минеральные Воды располагается на юго-западной окраине города Минеральные Воды, в правой равнинной части долины реки Кумы, протекающей на расстоянии 1.5 км к северу. Река Кума относится к предгорным рекам. Для нее характерна неустойчивая (из-за дождевых паводков) летняя и зимняя межень и весеннее половодье. Весеннее половодье на реке Куме начинается в середине февраля и заканчивается в конце марта. После спада весеннего половодья, устанавливается летне-осенняя межень, прерываемая повышением уровня воды в период ливневых дождей. При обильных осадках в мае, июне уровень воды в реке Кума может подниматься выше 5 метров, затопляя большие территории севернее аэродрома. Долина реки Кумы вытянута с запада на восток, ограничивается рядом возвышенностей. На севере параллельно реке Куме тянется гряда Северокумских холмов с высотами 420-410 м., максимальное превышение г. Бурундук (497 м). Эти холмы являются юго-восточными отрогами Ставропольского плато.

К югу от аэродрома на расстоянии 4 км местность повышается и переходит в вулканическую область Пятигорья, представляющую собой группу лакколитов: Бештау (1399,8 м), Джуца (1198 м), Змейка (996 м), Машук (993 м), Юца (972 м), Развалка (930 м), Золотой Курган (884 м), Верблюд (885 м), Острая (881 м), Железная (859,4 м), Шелудивая (875 м), Лысая (740 м), Медовая (721 м), Кокуртлы (406 м), Бык (821 м), Кабанка (Тупая) (772 м), Кинжал (471 м). Гора Кинжал фактически уничтожена, так как до основания разработана для строительного камня. Склоны гор покрыты лесом лиственных пород. На западе долина реки Кумы ограничивается Нагутскими холмами (400-420 м). С востока на расстоянии 12 км от аэродрома с севера на юг тянутся Лысогорские холмы (500 м), которые сужают долину и оттесняют русло реки Кумы к северо-востоку.

Таким образом, аэродром Минеральные Воды расположен в природном желобе, начинающемся в 50 – 60 км западнее, постепенно понижающемся и расширяющемся к востоку. Такая особенность рельефа

способствует формированию особых, чисто местных, природных условий погоды. Между рекой Кумой и аэродромом проходит железная дорога, и расположен крупный железнодорожный узел станции Минеральные Воды. К югу от аэропорта в 4-5 км возвышается гора Змейка с высотой 996 м над уровнем моря, отрог которой высотой 150-200 м над уровнем аэродрома вытянут далеко к западу. Растительный покров окружающей местности имеет степной характер с преобладанием разработанных сельскохозяйственных полей. На юге в районе Пятигорья на высоте 200-250 м над аэродромом степь переходит в дубовый лес, а на северо-востоке в пойме реки Кумы на расстоянии 12-14 км от аэродрома имеется массив лиственного леса «Дебри», заполняющий пойму реки Кумы в районе Лысогорских холмов.

Район Минеральных Вод расположен в зоне умеренно-континентального климата с жарким летом и умеренно теплой зимой. Местность открыта для входа холодных воздушных масс с севера и влажных масс воздуха с Черного моря (при западных ветрах) и с Каспийского моря (при восточных ветрах).

В холодный период года чаще всего циркуляция атмосферы определяется взаимодействием азиатского антициклона и черноморской депрессии. Также в этот период отмечается вторжение холодных арктических масс в тылу циклонов, смещающихся с северо-запада. Очень холодная погода в районе Минеральных Вод устанавливается при вторжении арктического воздуха с Карского моря через восточные районы Европейской территорией России (ЕТР), при стационаровании обширных антициклонов на ЕТР и смещении их на юго-восток.

Волны тепла в холодное полугодие являются следствием выхода южных циклонов на юг ЕТР, в результате чего на Северном Кавказе наступает резкое потепление. В теплый период горизонтальные градиенты давления и температуры ослабевают, снижается циклоническая деятельность и усиливается влияние Азорского антициклона.

Особое место в погодных условиях Минеральных Вод занимают частные циклоны динамического происхождения, возникающие над юго-восточными

районами Северного Кавказа и вызывающие усиление западного ветра, иногда до штормового и выпадение сильных осадков.

2.2 Анализ ветрового режима АМСГ-I Минеральные Воды

Формирование ветрового режима в районе Минеральных Вод определяется его географическим положением и условиями атмосферной циркуляции над ним.

Западно-восточная ориентировка Главного Кавказского хребта, достигающего, а в центральной части превышающего 3000м препятствует меридиональной циркуляции воздушных масс в нижней тропосфере. Траектории воздушных частиц любой ориентировки в непосредственной близости к Главному Кавказскому хребту принимают западно-восточное направление, т.е. параллельно Главному Кавказскому хребту. Это подтверждают аэродромные климатические сводки таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Повторяемость, %, одновременных значений направления (в 30-градусных секторах) и скорости ветра в указанных диапазонах

Направл. ветра, Десятки град.	Скорость ветра в м/с											итого	Ср. скорость, м/с
	1-2	3-5	6-7	8-10	11-12	13-15	16-18	19-20	21-22	23-24	>=25		
безветрие												1.8	
переменны й													
35-36-01	0.8	0.6	0.1	0.1	0	0	0					1.5	3.0
02-03-04	0.8	0.8	0.1	0.1	0	0	0					1.8	3.1
05-06-07	1.5	2.9	0.7	0.3	0	0						5.4	3.9
08-09-10	2.2	13.0	6.3	4.6	1.3	0.6	0.1	0				28.1	5.8
11-12-13	1.8	4.8	2.2	2.5	0.8	0.4	0.1	0				12.6	6.0
14-15-16	0.9	0.9	0.2	0.1	0	0						2.1	3.3
17-18-19	0.7	0.3	0.1	0	0	0	0					1.1	2.7
20-21-22	0.7	0.6	0.1	0.1	0	0	0					1.5	3.3
23-24-25	1.5	2.4	0.7	0.4	0.1	0.1	0	0	0			5.3	4.3
26-27-28	3.5	9.7	2.8	2.4	0.9	0.9	0.6	0.2	0.1	0	0	21.1	5.7
29-30-31	3.5	7.7	1.6	1.2	0.5	0.4	0.2	0.1	0	0	0	15.3	4.8
32-33-34	1.3	0.9	0.2	0.1	0	0	0	0		0		2.5	3.2
всего	19.0	44.8	15.1	11.8	3.8	2.4	1.0	0.2	0.1	0	0	100	5.1

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) января по декабрь представлено в Приложении 2-13.

Господствующими ветрами в районе Минеральных Вод являются восточные–36 % и западные –23 % (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%).

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
І	1	4	38	19	1	1	23	13	18
ІІ	1	3	42	22	1	1	20	10	12
ІІІ	1	5	43	17	1	1	18	14	12
ІV	2	6	40	15	1	1	21	14	11
V	3	6	33	15	1	2	25	15	11
VI	3	6	25	14	2	3	29	18	12
VII	4	5	24	13	2	3	29	20	12
VIII	3	5	28	14	2	3	26	19	13
IX	2	5	36	16	1	2	23	15	15
X	1	5	40	19	0	1	21	13	14
XI	1	3	44	21	1	1	19	10	13
XII	0	3	41	23	1	2	21	9	18
Год	2	5	36	17	1	2	23	14	13

Условия циркуляции атмосферы над центральными районами Северного Кавказа, где расположен аэропорт Минеральные Воды, имеют хорошо выраженный сезонный ход. В холодный период преобладают ветры восточного направления (80° - 130°), обусловленные стационарованием над Казахстаном холодного устойчивого антициклона, а черноморская депрессия над Черным морем создает условия для значительных барических градиентов над всей территорией Северного Кавказа.

В летние месяцы на центральные районы Северного Кавказа распространяется отрог азорского антициклона, и в районе Минеральных Вод устанавливается хорошая погода со слабыми западными ветрами.

Наибольшая повторяемость восточных ветров отмечается с ноября по апрель (больше 40% в каждом месяце), кроме января (38%, что тоже близко к 40%), что объясняется преобладанием циклонической циркуляцией в данный период.

При малоградиентных барических полях в районе Минеральных Вод создаются условия для горно-долинной циркуляции. Рельеф местности в районе Минеральных Вод повышается к западу и понижается к востоку. В дневные часы воздух над склонами прогревается сильнее и становится легче, поэтому холодный воздух с низин вытесняет его, и в Минеральных Водах наблюдается восточный ветер. Ночью ситуация обратная. Более холодный воздух со склонов стекает по склонам вниз, и в Минеральных Водах отмечается западный ветер. Скорость ветра при этом процессе составляет 3-6 м/с.

Средняя месячная и годовая скорость ветра в Минеральных Водах (м/с) представлена в таблице 2.3.

Из таблицы видно, что среднегодовая скорость ветра составляет 3.8 м/с. Такая скорость благоприятно влияет на безопасность взлета и посадки самолетов.

Таблица 2.3 – Средняя месячная и годовая скорость ветра в Минеральных Водах (м/с).

Высота флюгера	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
14 м	3,9	4,3	4,5	4,4	3,9	3,5	3,4	3,2	3,2	3,6	4,1	3,8	3,8

В таблице 2.4 представлена вероятность скорости ветра по градациям в Минеральных Водах (в % от общего числа случаев).

В течение всего года преобладают скорости ветра 0-1м/с, что составляет 27.2% всех случаев.

Скорости ветра 2-3м/с составляет 26.5% всех случаев. Скорости ветра 4-5 м/с наблюдаются в 20.9% случаев.

Сильные ветры со скоростью более 15 м/с наблюдаются в Минеральных Водах в среднем 31.1 дней в год и со скоростью более 20 м/с – 5.9 дней в году.

Чаще всего сильные ветры отмечали в марте со скоростью более 15 м/с – 5 дней и со скоростью более 20 м/с – 1.3 дня. Реже сильные ветры со скоростью более 15 м/с отмечаются в феврале – 1.1%, а ветра со скоростью более 20 м/с не

было в январе, мае и сентябре (таблица 2.5)

Таблица 2.4 – Вероятность скорости ветра по градациям в Минеральных Водах(в % от общего числа случаев)

Ме сяц	Скорость (м/с)												
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20	21-24	25-28	29-34
I	30,3	21,9	20,9	13,7	6,6	2,7	1,5	0,65	0,96	0,65	0,08	0,08	0,03
II	24,2	21,7	21,5	17,2	7,6	3,6	2,2	0,64	1,0	0,24	0,04	0,04	
III	22,8	23,8	20,2	16,7	6,2	4,2	2,0	1,1	2,0	0,7	0,15	0,04	0,07
IV	21,6	25,3	21,1	15,6	6,6	4,3	2,5	1,1	1,3	0,6			
V	24,8	27,6	22,8	13,8	4,9	3,3	1,4	0,4	0,8	0,2			
VI	28,1	29,8	22,2	11,7	4,4	1,7	0,95	0,6	0,49	0,11			
VII	28,7	31,1	20,4	11,7	3,9	1,9	1,2	0,5	0,31	0,27			
VIII	30,4	33,1	19,2	10,1	3,9	1,4	1,1	0,38	0,27	0,15			
IX	34,4	29,3	19,5	9,2	4,2	1,7	0,92	0,24	0,36	0,16			
X	28,6	27,2	20,9	12,8	5,4	2,4	1,2	0,3	0,95	0,26			
XI	24,6	23,5	22,3	16,0	6,9	2,8	2,0	0,83	0,83	0,22			
XII	28,7	23,4	20,2	14,6	6,1	2,7	1,6	0,84	1,5	0,33			
Год	27,2	26,5	20,9	13,6	5,6	2,7	1,6	0,64	0,9	0,33	0,02	0,01	0,01

Таблица 2.5 – Среднее число дней со скоростями ветра >15м/с и >20 м/с

Скорость ветра	месяц												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
>15м/с	1.3	1.1	5.0	4.3	2.0	3.4	2.7	2.1	1.9	1.4	2.0	3.9	31.1
>20 м/с		0.1	1.3	0.7		0.3	0.3	0.4		0.6	0.7	1.4	5.9

Сильные ветры восточного направления 13-15м/с и более 15 м/с связаны с взаимодействием двух барических образований: антициклона над Восточной Сибирью или Казахстаном и Черноморской депрессией. Главная роль при этом отводится антициклону: чем он холоднее, чем выше давление в его центре, тем сильнее будет восточный ветер в районе Минеральных Вод. Немалая роль в усилении восточного ветра принадлежит Главному Кавказскому хребту, задерживающему холодную воздушную массу на своих северных склонах. Простирающийся с северо-запада на юго-восток Главный Кавказский хребет вызывает возмущение воздушных потоков с наветренной и подветренной стороны. Холодная воздушная масса, блокированная с одной стороны Главным Кавказским хребтом, а с другой стороны антициклоном, вынуждена смещаться вдоль гор как в аэродинамической трубе, где преобладают восточные и юго-

восточные ветры. При такой синоптической ситуации севернее Минеральных Вод на 50-150 км наблюдается восточный ветер со скоростью более 20 м/с. В Минеральных Водах скорость ветра при таких ситуациях не превышает 20 м/с. Причиной значительно ослабления восточного ветра является рельеф местности. С юга, запада и севера Минеральные Воды окружены отрогами Кавказского хребта и Ставропольским плато. Местность в этих направлениях постепенно повышается и является буфером для восточных потоков. Невысокие Лысогорские холмы, расположенные меридионально, закрывают доступ воздушным течениям в долину реки Кумы на территорию аэропорта Минеральные Воды.

Сильные западные ветры со скоростью более 15 м/с отмечаются чаще, чем восточные. Ветры западного направления наблюдались в среднем – 684,2 случая в год, а со скоростью ветра более 20 м/с – 57 случаев в год. Ветры восточного направления со скоростью более 15 м/с – 114,0 случаев, а более 20 м/с не отмечались совсем. Как правило, западные ветры, имеющие такую скорость, связаны с прохождением холодных фронтов. В большинстве случаев сильный западный ветер носит порывистый шквалистый (резко начинающийся) характер [12, с. 24]. В дальнейшем, при распространении за фронтом барического гребня с запада порывистость ветра, как правило, уменьшается, и сильный западный ветер принимает характер градиентного.

Наиболее характерные синоптические ситуации, при которых в Минеральных Водах наблюдается сильный западный ветер:

- 1) ныряние циклонов со Скандинавии или Балтийского моря на Северный Кавказ;
- 2) перемещение южнее 55° северной широты углубляющихся циклонов или ложбин;
- 3) частный циклогенез динамического происхождения над юго-восточными районами Северного Кавказа, возникновение таких циклонов способствует увеличению барических градиентов перед холодным фронтом и, следовательно, усилению скорости ветра.

В случаях 1) и 2) над Северным Кавказом устанавливаются значительные барические градиенты, приводящие к сильным ветрам западного направления.

Рельеф местности имеет значительное влияние на усиление западных потоков в районе Минеральных Вод. Холодный фронт, смещающийся с запада или северо-запада, испытывает торможение перед Ставропольским плато, где происходит накопление холодного воздуха, и мощность холодного клина увеличивается.

В дальнейшем происходит переваливание холодного воздуха через отрог Ставропольского плато в районе Киан – Курсавки, холодный воздух как бы обрушивается на район Минеральные Воды, его скорость усиливается. Поскольку западные потоки имеют более порывистый характер, то при этом в Минеральных Водах создаются условия для сдвигов ветра и развития турбулентности.

Усиление ветра в районе Минеральных Вод также может наблюдаться из-за шквалов при прохождении грозových очагов (кучево-дождевой облачности) через Минеральные Воды на активных холодных фронтах или хорошо развитой внутримассовой кучево-дождевой облачностью. Скорость ветра в таких случаях за исследуемый период отмечалась до 27-29 м/с.

Поскольку в аэропорту Минеральные Воды длина ВПП 3900м, то при выходе грозových очагов или при прохождении атмосферных фронтов существует ситуация, когда с разными курсами могут наблюдаться сильные ветры как восточного, так и западного направления. Скорость ветра может при этом достигать больше 15 м/с.

Наиболее опасна посадка воздушных судов при направлениях ветра перпендикулярных ВПП (боковые ветры). Такие потоки стремятся развернуть самолет носом против ветра. Неточный учет ветра может привести к приземлению вне ВПП из-за сильного сноса[1, с. 94]. Для аэропорта Минеральные Воды боковое направление ветра 20° - 40° и 200° - 220° . В течение года такое направление ветра отмечается в 3.3% случаев: ветер с направлением 20° - 40° отмечается в среднем 1.8% – 1029.3 случаев (часов); ветер с

направлением 200° - 220° отмечается в среднем 1.5% – 855.3 случаев (часов). При этом чаще всего наблюдалась скорость ветра 1-5 м/с -2.9% -1311.4, значительно реже отмечалась скорость ветра 6-10м/с -0.4% – 228.1 случаев, скорость ветра более 10 м/с наблюдалась в единичных случаях.

Чаще всего «боковые ветры» отмечались в летние месяцы ($\approx 3\%$ в каждом месяце). Такие направления ветра в районе Минеральных Вод наблюдаются при прохождении через аэродром Минеральные Воды грозовых очагов, сформировавшихся южнее Кисловодска. Сначала происходит резкое усиление юго-западного ветра, затем при прохождении очага через аэродром наблюдается северо-восточный ветер. Скорость ветра при этом может достигать больших значений 15-20м/с и более. Причем скорость ветра юго-западного направления больше, чем северо-восточного. Наиболее характерные синоптические условия для возникновения «боковых» направлений ветра 20° - 40° и 200° - 220° :

1. Стационарирование обширного антициклона над центральными районами Европейской территории России приводит к тому, что по восточной периферии этого антициклона над центральной частью Северного Кавказа устанавливаются северо-восточные потоки, и в Минеральных Водах наблюдаются ветер с направлением 20° - 40° ;
2. Тыловая часть южно-каспийских циклонов распространена на центральные районы Северного Кавказа, где устанавливаются северо-восточные потоки, и в Минеральных Водах наблюдаются ветер с направлением 20° - 40° ;
3. Когда Северный Кавказ занят областью углубляющего пониженного давления, а по Закавказью – антициклон, в результате чего создаются в Минеральных Водах условия для фена, и может наблюдаться ветер с направлением 200° - 220° .

Так же ветры с направлением 20° - 40° и 200° - 220° в районе Минеральных Вод отмечаются кратковременно при переходе потоков от западных к восточным и наоборот. Вероятность скорости ветра по градациям в различные

часы суток в Минеральных Водах (%) представлены в Приложении 14. Вероятность ветра различной скорости по направлениям в Минеральных Водах (%) представлены в Приложении 15.

3 Анализ методов прогноза ветра на АМСГ-I Минеральные Воды

3.1 Характеристика методов прогноза ветра

Рассмотрим расчетные методы для прогноза скорости ветра используемые на АМСГ-I Минеральные Воды.

Расчет максимальных порывов ветра на холодных фронтах и фронтах окклюзии по типу холодных рассчитывается по методу Мастерских.

Расчет основан на формуле (3.1):

$$V_{\max} = 0.7 * \sqrt{4.8 / \sin^2 \varphi [(\Delta P)^2 + \alpha^2 (\Delta T)^2] + 64} \quad (3.1)$$

где, φ – широта места,

ΔP – разность между давлениями вдоль линии фронта на участке, который подойдет к пункту, отнесенная к 1° меридиана

ΔT – разность между прогнозом температуры в пункте на момент прохождения фронта (T_1) и температурой в холодном воздухе на расстоянии 50 км от фронта

α – коэффициент равный $1 \text{ гПа}/(\text{C}^\circ/1^\circ \text{ меридиана})$ [3].

Последовательность расчета:

1) Дается прогноз времени прохождения через пункт Минеральные Воды холодного фронта или фронта окклюзии по типу холодного (синоптическим методом).

2) Определяем срок кольцовки по которой будет сделан расчет максимальных порывов ветра при прохождении фронта.

Местоположение фронта

$\approx 300 \text{ км}$ (8.5 см по кольцовке) от Минеральных Вод при скорости фронта 30 км/час и более.

$\approx 200 \text{ км}$ (5.5 см по кольцовке) от Минеральных Вод при скорости фронта менее 30 км/час .

3) Определяем участок на линии фронта, который будет проходить

через Минеральные Воды ≈ 120 км (3.5 см по кольцовке).

4) Вычисляем разность давлений в этих двух точках ΔP .

5) Прогнозируем температуру T_1 в Минеральных Водах на момент прохождения фронта (синоптическим методом).

6) На удалении 50 км (1.4 см по кольцовке) от участка фронта, который определили в пункте 3), в сторону холодного воздуха, определяем температуру воздуха T_{50} .

7) Вычисляем разность $\Delta T = T_1 - T_{50}$.

8) Данные ΔP и ΔT подставляем в таблицу Excel

Расчет V_{\max} Мастерских, и вычисляем V_{\max} .

Таблица расположена на рабочем столе прогнозиста.

(Расстояние при масштабе кольцовки 1см ≈ 35 км)[3].

Пример расчета максимальных порывов ветра при прохождении холодного фронта 01.07.2018г.

1) Определяем скорость фронта (по предыдущим кольцовкам) и время прохождения через Минеральные Воды (в данном примере: скорость фронта – 30 км/час, время прохождения фронта 15UTC).

2) По кольцовке за 09UTC на холодном фронте определяем участок на фронте, который будет проходить через Минеральные Воды: АВ.

3) Вычисляем разницу давлений: $\Delta P = P_A - P_B$ (3.2)

$$P_A = 1007.5 \text{ гПа}; P_B = 1009.0 \text{ гПа}; \Delta P = 1.5 \text{ гПа} \quad (3.2)$$

4) Прогнозируем температуру воздуха в Минеральных Водах на момент прохождения ХФ в 15UTC – T_1 ($T_1 = 36^\circ$).

5) Определяем температуру воздуха T_{50} .

Для этого примерно от середины отрезка (АВ) на линии фронта проводим перпендикуляр (≈ 1 см) в сторону холодного воздуха, точка С. В точке С определяем температуру ($T_{50} = 31^\circ$).

6) Вычисляем разницу температур: $\Delta T = T_1 - T_{50}$ $T_1 = 36^\circ$; $T_{50} = 31^\circ$; $\Delta T = 5^\circ$

7) Вычисляем V_{\max}

На рабочем столе прогнозиста входим в таблицу Excel.

Расчет V_{\max} Мастерских, подставляем данные ΔP и ΔT в таблицу 3.1 и получаем максимальные порывы ветра при прохождении холодного фронта.

В таблице Excel десятые доли числа отделяем запятой, не точкой.

Таблица 3.1 – Таблица для расчета V_{\max} при прохождении ХФ и ФО по методу Мастерских

Таблица для расчета V_{\max} при прохождении ХФ и ФО по методу Мастерских					
Дата	Срок кольцовки	Син. ситуация	ΔP	ΔT	V_{\max}
01.07.2022	09	ХФ	1,5	5	26

Кольцевая карта погоды за 09UTC 01.07.2022 представлена на рисунке 3.1.

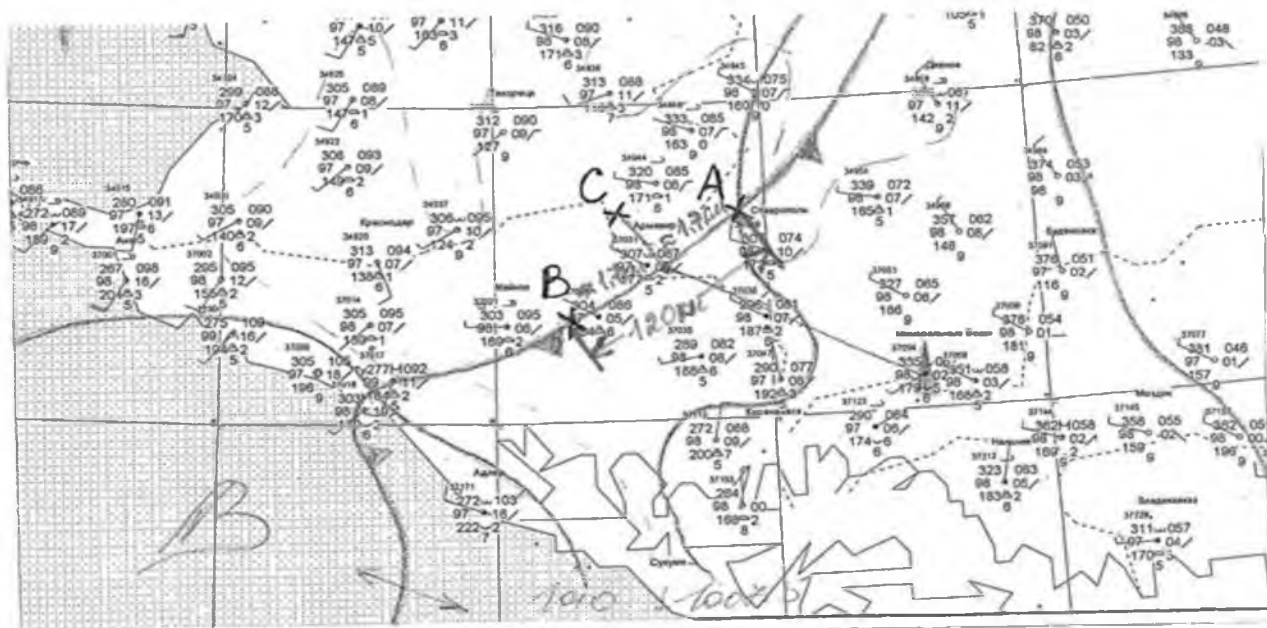


Рисунок 3.1 – Кольцевая карта погоды за 09UTC 01.07.2022

Прогноз сильных ветров на 9 час (скорость >10 м/с)

Сильные градиентные ветры.

Градиентные ветры восточных направлений.

– Скорость восточных градиентных ветров не превышает 15-16 м/с.

1. Восточные градиентные ветры имеют хорошо выраженный суточный ход

- с наступлением максимума в период с 12 до 15 часов.
2. Для прогноза скорости восточного ветра на день можно использовать данные о ветре на 600 м за сроки 03, 06 часов.
 - а) При восточной ориентировке изобар (80° - 120°) скорость ветра днем будет равна V_{600} или меньше ее на 2-3 м/с.
 - б) При южной ориентировке изобар (130° - 180°) скорость ветра днем будет равна V_{600} или превышать ее на 2-3 м/с.
 3. Усилению ветра при восточной ориентировке изобар предшествует направление ветра на АТ-850 100° - 120° и скорости ветра ≥ 30 км/ч.
 4. При южной ориентировке изобар зависимость усиления ветра со скоростью ветра на 850 мб отсутствует.
 5. Усилению восточных градиентных ветров ночью соответствует величина барического градиента $\Delta P / \Delta n \geq 4.0$ мб. Величина горизонтального барического градиента $\Delta P / \Delta n$ определяется как разность давлений на концах отрезка, проведенного из пункта Минеральные Воды в сторону от Кавказского хребта по нормали к изобарам на расстояние 300 км.
 6. Отдельно для каждого типа (восточной и южной ориентировки изобар) построены графики зависимости максимальной скорости ветра от величины барического градиента (рисунок 3.2, рисунок 3.3).

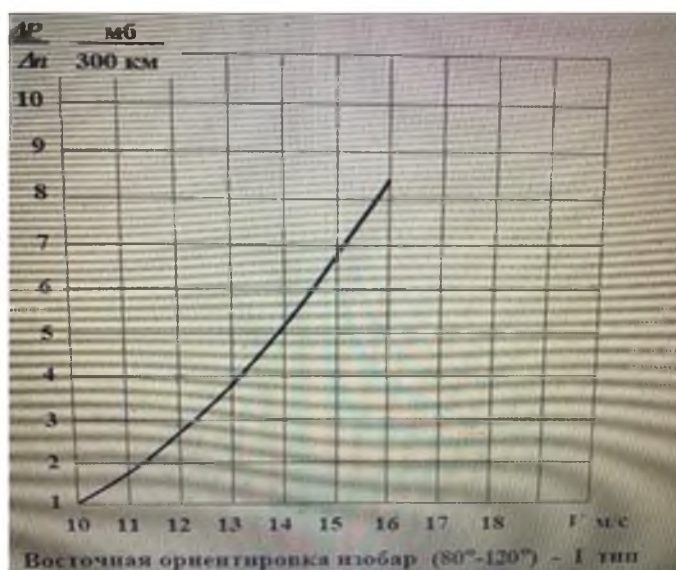


Рисунок 3.2 – График зависимости максимальной скорости ветра от величины барического градиента

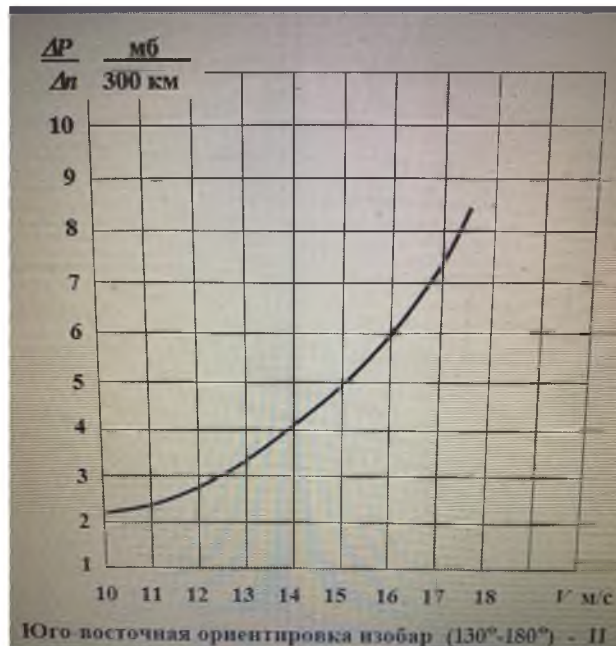


Рисунок 3.3 – График зависимости максимальной скорости ветра от величины барического градиента

Градиентные ветры восточных направлений.

1. Скорость западных градиентных ветров в большинстве случаев ≥ 15 м/с.
2. Вероятность усиления ветра ночью увеличивается по сравнению с ветром восточных направлений и составляет 35%, при этом $\Delta P / \Delta n \geq 5.0$ мб.
3. Прогностические характеристики.
 - При направлении изобар $< 300^\circ$ (I тип):
 1. Преобладают скорости ветра ≥ 15 м/с с вероятностью 96%.
 2. Усиление ветра отмечается только днем (вероятность усиления ветра ночью составляет 7%).
 3. Усиление ветра отмечается при значениях $\Delta P / \Delta n = 2.0$ мб.
 - При направлении изобар $300^\circ - 330^\circ$ (II тип):
 1. Преобладают скорости ветра ≥ 15 м/с с вероятностью 83%.
 2. Максимальные скорости западных ветров от 18 до 27 м/с.
 3. Вероятность усиления ветра ночью 45%.
 4. Усиления ветра отмечается при величине барического градиента $\Delta P / \Delta n$ не менее 4.0 мб.
 - I. При направлении изобар $340^\circ - 020^\circ$ (III тип):

1. Скорости ветра не превышают 18 м/с.
2. Одинаково вероятны скорости ветра с градациями 12 – 15 и 15 – 18 м/с.
3. Вероятность усиления ветра ночью составляет 40%.
4. Усиления ветра отмечаются при значениях $\Delta P / \Delta n \geq 2.0$ мб.

Отдельно для каждого типа построены графики зависимости максимальной скорости ветра от величины барического градиента $\Delta P / \Delta n$ (рисунки 3.4-3.6), $\Delta P / \Delta n$ определяется, как и в случае восточных ветров.

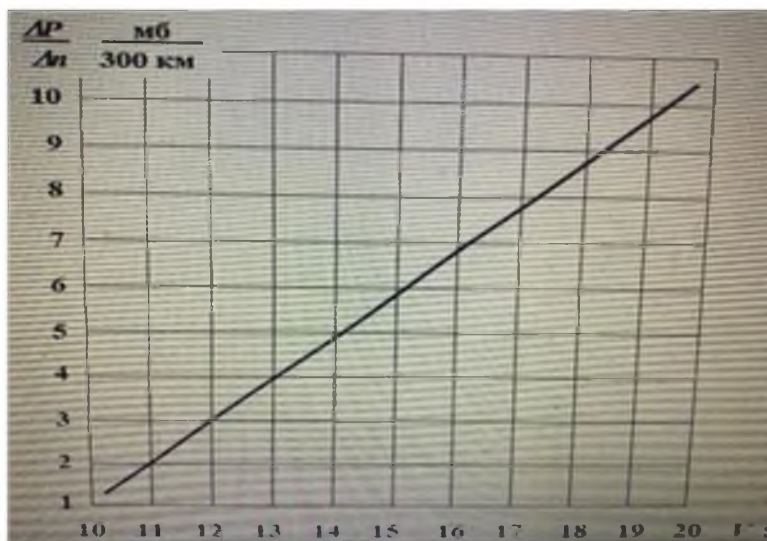


Рисунок 3.4 – Зависимость скорости западных ветров I типа (260° - 290°) от величины барических градиентов

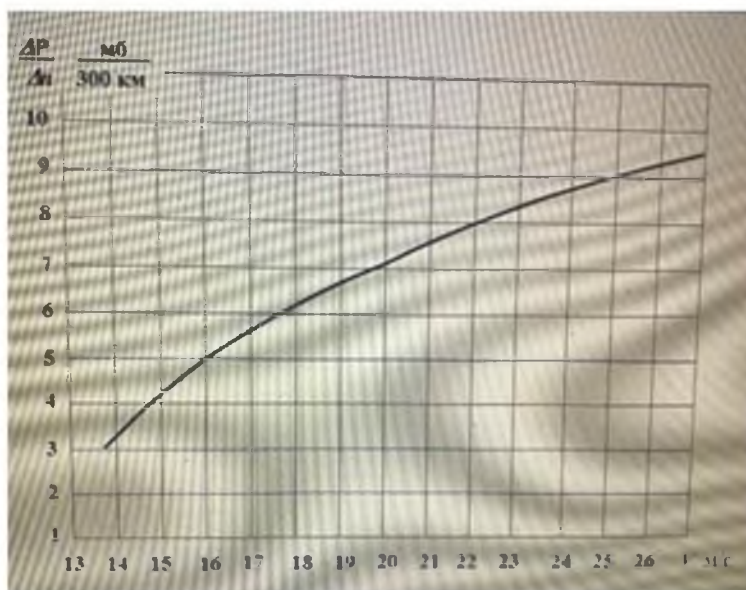


Рисунок 3.5 – Зависимость скорости западных ветров II типа (300° - 330°) от величины барических градиентов

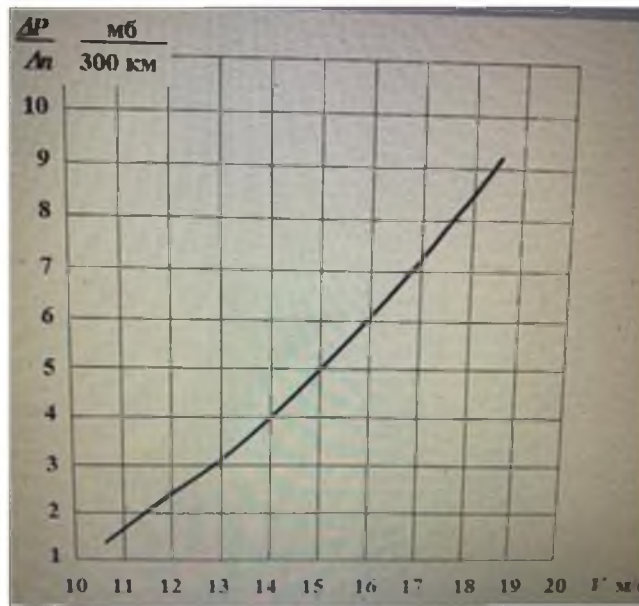


Рисунок 3.6 – Зависимость скорости западных ветров III типа (340° – 020°) от величины барических градиентов

Прогноз максимальной скорости ветра. По скорости ветра 300, 600 и 900 метров.

Для прогноза максимальной скорости ветра на день для всех трех типов можно использовать данные о ветре на высотах 300, 600 и 900 м за сроки 03, 06 и 09 часов.

Если скорость ветра растет с высотой в слое 300 – 900 м, то:

$$\text{при } V_{900} < 15 \text{ м/с } V_{\text{max}} = V_{900} + 2,$$

$$\text{при } V_{900} \geq 15 \text{ м/с } V_{\text{max}} = V_{900} - 4.$$

Если скорость ветра падает с высотой в слое 300 – 900 м, то:

$$V_{\text{max}} = V_{300}.$$

Если скорость ветра наибольшая на высоте 600 м, то:

$$\text{при } V_{600} < 15 \text{ м/с } V_{\text{max}} = V_{600} + 2,$$

$$\text{при } V_{600} \geq 15 \text{ м/с } V_{\text{max}} = V_{600} - 4.$$

Сильные ветры, связанные с прохождением фронтов[19].

В расчетах используются следующие величины :

- ΔP_1 разность давления в двух выбранных точках за фронтом.
- ΔP_2 разность давления в двух выбранных точках перед фронтом.

- δp_1 экстремальная величина барометрической тенденции за фронтом в радиусе 150 км (т.е. наибольшее значение роста давления или, при отсутствии роста, наименьшее значение падения давления).
- δp_2 экстремальная величина барометрической тенденции перед фронтом в радиусе 150 км.
- $\Delta \delta p = \delta p_1 - \delta p_2$ – разница барометрической тенденции [30, с. 112].

Определение величин ΔP и $\Delta \delta p$ производится двумя способами в зависимости от вида барического поля. Фронт может лежать в узко вытянутой ложбине (рисунок 3.7) или ложбина с фронтом на кольцовке слабо выражена (рисунок 3.8).

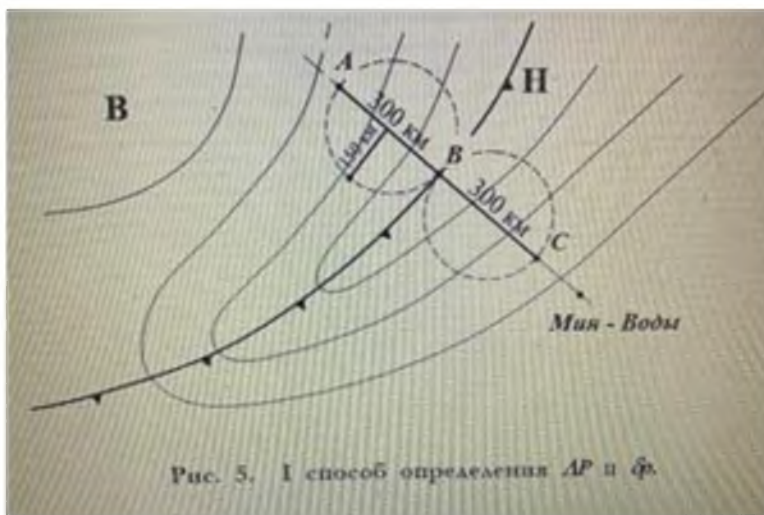


Рисунок 3.7 – I способ определения ΔP и $\Delta \delta p$

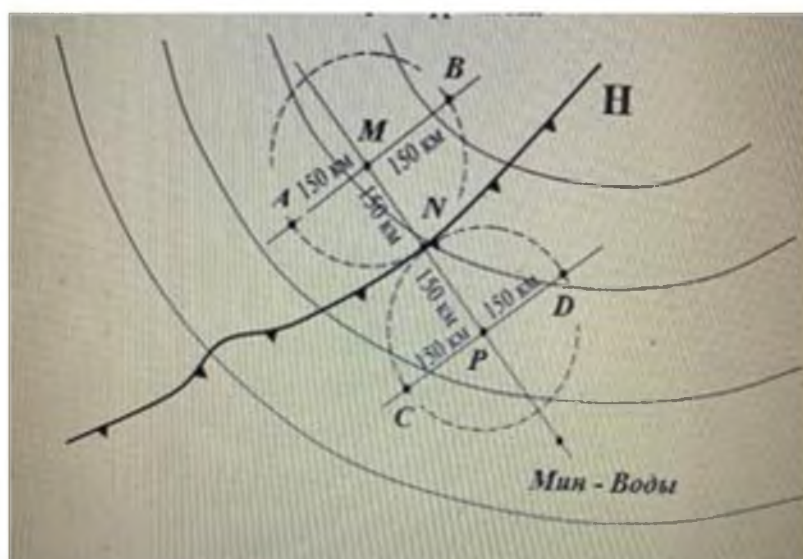


Рисунок 3.8 – II способ определения ΔP и $\Delta \delta p$

Для нахождения ΔP за фронтом и перед фронтом провести нормаль к фронту из пункта Минеральные Воды.

В обе стороны от линии фронта отложить расстояние в 300 км (рисунок 3.7). $AB = BC = 300$ км. $\Delta P_1 = P_a - P_b$ – за фронтом, $\Delta P_2 = P_b - P_c$ – перед фронтом.

Для определения ΔP провести нормаль к фронту из пункта Минеральные Воды.

От точки пересечения нормали с фронтом в обе стороны отложить расстояние в 150 км (рисунок 3.8). $MN = NP = 150$ км. На концах этих отрезков по обе стороны от точек М и Р отложить отрезки по 150 км.

$$AM + MB = 150 + 150 = 300 \text{ км}$$

$$CP + PD = 150 + 150 = 300 \text{ км}$$

$$\Delta P_1 = P_a - P_b \text{ – за фронтом,}$$

$$\Delta P_2 = P_c - P_d \text{ – перед фронтом.}$$

ΔP_1 – разность давления в двух выбранных точках за фронтом.

ΔP_2 – разность давления в двух выбранных точках перед фронтом.

δp_1 – экстремальная величина барометрической тенденции за фронтом в радиусе 150 км (т.е. наибольшее значение роста давления или, при отсутствии роста, наименьшее значение падения давления).

δp_2 – экстремальная величина барометрической тенденции перед фронтом в радиусе 150 км.

$$\Delta \delta p = \delta p_1 - \delta p_2 \text{ – разница барометрической тенденции [4].}$$

I тип – случай.

Смещение холодных фронтов с запада, северо-запада, расположенных на южной, юго-восточной или юго-западной периферии малоподвижных циклонов (центр циклона в районе Москвы, Украины, нижней или средней Волги).

Для прогноза максимальной скорости ветра при прохождении фронта I типа используется график на рисунке 3.9.

Кривая I построена для значений $\Delta \delta p \leq 2.5$ мб.

Кривая II – для значений $\Delta \delta p > 2.5$ мб.

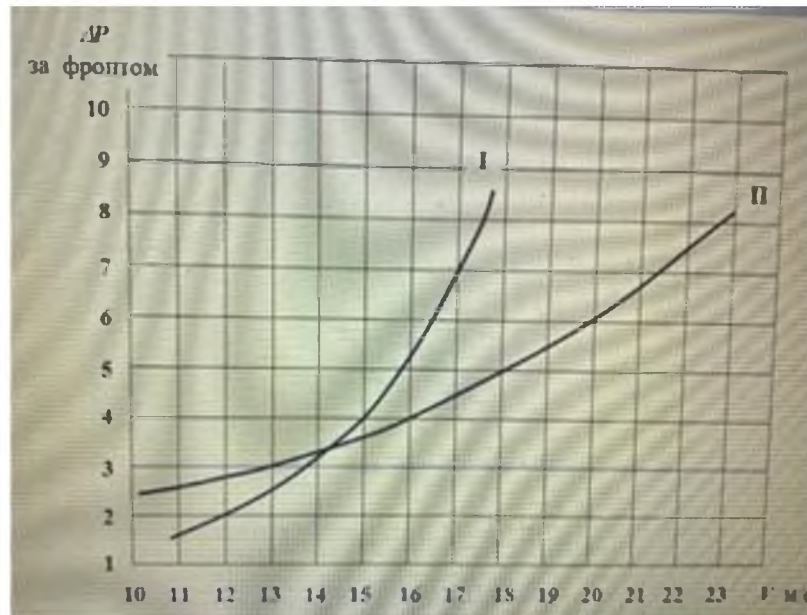


Рисунок 3.9 – Зависимость максимальной скорости ветра от ΔP при прохождении фронта I типа

При значениях $2.3 \leq \Delta \delta p \leq 2.6$, которые являются переходными от одной градации к другой, обращается внимание на величину барического градиента за фронтом ΔP_1 :

при $\Delta P_1 \leq 6.0$ мб используется I кривая,

при $\Delta P_1 > 6.0$ мб – II кривая.

Порядок определения ΔP и $\Delta \delta p$ показан на рисунках 3.7, 3.8.

Все случаи I типа разделены на две группы:

1) к первой группе относятся случаи, когда $\Delta \delta p \leq 2.5$ мб, при этом скорости ветра не превышают 16 – 18 м/с.

2) ко второй группе относятся случаи, когда $\Delta \delta p > 2.5$ мб, при этом скорости ветра находятся в пределах от 15 до 25 м/с.

II тип – случай.

Смещение холодных фронтов с севера, северо-запада и расположенных на западной периферии циклонов или ложбин (центр циклона над Каспием или Восточной частью Северного Кавказа).

Для прогноза максимальной скорости ветра при прохождении фронта II типа используется график на рисунке 3.10.

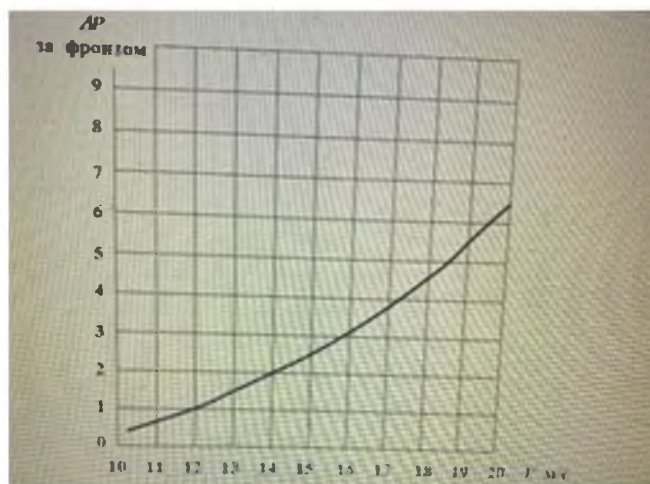


Рисунок 3.10 – Зависимость максимальной скорости ветра от ΔP при прохождении фронта II типа

Во всех случаях II типа $\Delta \delta p \leq 2.5$ мб, $\Delta P_1 \leq 3.0$ мб и скорости ветра не превышают 15-16 м/с.

Вероятность определения максимальной скорости с точностью до 2 м/спо графикам составляет 83%, с точностью до 3 м/с – 90% .

III тип – случай.

Смещение холодных фронтов, связанных с выходом южных циклонов с Черного моря в северном или северо-восточном направлении.

Для случаев III типа характерны небольшие скорости ветра не более 12-14 м/с при больших значениях $\Delta \delta p$ и ΔP_1 .

Прогноз скорости смещения фронта.

В прогнозе используются:

V_0 – начальная скорость холодного фронта, т.е. скорость с которой смещался фронт в предшествующие 3 часа до расчета (до кольцовки, по которой ведется расчет).

$V_{пр}$ – прогноз скорости, с которой фронт будет двигаться после срока кольцовки, по которой ведется прогноз, в течении последующих 3-5 часов [22].

Холодные фронты I типа.

1. Если $V_0 \leq 30$ км/ч, то $V_{пр} = 1.5 * V_0$ при условиях:

а) $\Delta\delta p > 2$ мб и $\Delta P_1 - \Delta P_2 > 2$ мб;

б) $\Delta\delta p$ или $\Delta P_1 - \Delta P_2 \geq 3$ мб;

в остальных случаях $V_{пр} = V_0$.

2. Если $V_0 > 30$ км/ч, то $V_{пр} = 1.25 * V_0$ при условии $\Delta\delta p \geq 4$ мб и $\Delta P_1 \geq 4$ мб;

$V_{пр} = 0.75 * V_0$ при условии $\Delta\delta p$ или $\Delta P_1 - \Delta P_2 \leq 1$ мб и $\Delta P_1 \leq 3$ мб;

в остальных случаях $V_{пр} = V_0$.

Холодные фронты II типа.

$V_{пр} \geq V_0$, но не более 40 км/ч.

3.2 Анализ и эффективность прогнозирования ветра на АМСГ-I Минеральные Воды

Район Минеральных Вод расположен вблизи Главного Кавказского хребта, ориентированного с северо-запада на юго-восток, на границе предгорий и степи, в центральной части Северного Кавказа.

Основной фон поверхности составляет наклонная слабо всхолмленная равнина. На юге в районе Кавказских Минеральных Вод сгруппировались 18 отдельно стоящих гор. На северо-западе и западе от Минеральных Вод расположена обширная Ставропольская возвышенность, а на востоке – Терско-Кумская равнина, входящая в Прикаспийскую низменность. Почти широтное расположение Кавказских гор способствует разделению умеренного и субтропического поясов. Мощная естественная преграда гор Кавказа обеспечивает резкую деформацию воздушных течений в этом регионе, в результате чего формируется зональный характер движения воздуха и ограничивается развитие меридиональной циркуляции. В условиях нестационарности движения воздуха и под влиянием особенностей рельефа и характера подстилающей поверхности формируются виды профилей ветра и его распределение в пространстве.

В этих условиях для успешного прогноза ветра необходимо учитывать ряд факторов, определяющих ветровой режим в районе Минеральных Вод:

- 1) возможность развития местной циркуляции,
- 2) величину барического градиента,
- 3) скорость перемещения барических образований и фронтов и их эволюций (углубление или заполнение циклонов и ложбин, усиление или разрушение антициклонов и гребней)[21].

Из-за такого географического расположения район Минеральных Вод подвержен влиянию горно-долинной циркуляции, когда направление ветра может совершенно не согласовываться с приземным барическим полем. Горно-долинные ветры возникают как местные циркуляции воздуха между горным хребтом и долиной. Ночью вдоль склона температура падает с высотой, и более холодный тяжелый воздух стекает вниз в долину под действием силы тяжести. Утром и днем склоны прогреваются раньше долины. Под действием силы плавучести теплый воздух движется вверх по склону. После захода солнца склоны вновь охлаждаются, в результате чего создаются условия для стекания воздуха с боковых склонов в долину.

Известно, что горно-долинная циркуляция подвержена искажению крупномасштабными потоками. Если скорость последнего $V=7$ м/с или более, то мезомасштабные течения на склонах не обнаруживаются. При слабых ветрах горно-долинная циркуляция проявляется довольно четко[18, с. 144].

Подытоживая вышесказанное, можно сформулировать правило: горно-долинная циркуляция возникает при ясной или малооблачной погоде и слабом крупномасштабном потоке, когда нет поблизости перемещающихся циклонов и не происходит вторжения холодного воздуха из других районов. Долинный ветер проявляет себя в первой половине дня, а горный – в первой половине ночи.

Горно-долинная циркуляция создает особенности не только в поле ветра, но и в ходе других метеорологических величин. Например, конвективные облака, развивающиеся в первую половину дня и после полудня, долинным ветром поднимаются вверх по склонам[17, с. 180]. Поэтому максимальное развитие облачности, ливневые осадки и грозы в послеполуденные часы

следует ожидать в верхней части гор.

В теплое полугодие у поверхности Земли горный ветер часто бывает слабее долинного 1-3 м/с, но на высоте он быстро усиливается и достигает максимума 6-8 м/с на высоте 50-200 м.

Зимой днем горный ветер становится господствующим, тогда как долинный развивается слабо и наблюдается только в течение небольшого интервала времени после полудня. Кроме того, если горы покрыты снегом, радиационный баланс деятельной поверхности может оставаться отрицательным даже и днем, и тогда горный ветер господствует круглые сутки. При этом он ночью бывает сильнее, чем днем[26]. Таким образом, в горных районах встречаются ветры, направление которых периодически изменяется и определяется направлением долин, временем суток и сезоном годом.

Горно-долинная циркуляция прослеживается до 20-30 км по выходе из долины. Кроме горно-долинной циркуляции, необходимо учитывать возможность формирования местных ветров особого вида, вызванных сочетанием общих синоптических условий с орографией местности. Таким ветром в районе Минеральных Вод является фён.

Для возникновения фёна благоприятны следующие синоптические ситуации[14, с. 211]:

а) приближение развивающегося циклона к горному хребту и обусловленное этим падение давления с наветренной стороны хребта и еще большее падение на подветренной стороне хребта;

б) переваливание через хребет холодного воздуха в тылу циклона и связанный с этим рост давления с подветренной стороны хребта и еще больший рост давления на наветренной стороне. В такой ситуации иногда удается обнаружить «фёновый нос» – узкую полосу повышенного давления с наветренной стороны хребта, которая является верным признаком формирующегося фёна[29, с. 299];

в) наличие малоподвижной области высокого давления над хребтом.

По данным радиозондирования на наветренной стороне хребта

необходимо установить наличие или отсутствие инверсии, нижняя граница которой располагается выше вершины горного хребта. При обнаружении инверсии следует ожидать фёна[20].

По спутниковым изображениям облачности определяется распределение облаков у горного хребта. Сплошной облачный покров с наветренной стороны хребта и размывающийся с подветренной – признак начинающегося фёна. При фёне отмечается «фёновая стена» (четкая граница облачности, практически совпадающая с линией гребня хребта). При этом на подветренной стороне хребта обычно наблюдаются волнистые облака среднего и верхнего ярусов. Они образуются под влиянием подветренных волн, возникающих при переваливании горного хребта воздушной массой[13, с. 194].

Прогноз направления ветра. Анализ графиков повторяемости ветра у поверхности земли по сезонам и за год показал, что розы ветров расположены горизонтально в широтном направлении и резко сжаты в меридиональном. Это хорошо согласуется с особенностями барического поля у Земли над территорией Северного Кавказа и характеристикой рельефа местности.

Восточные ветры – это преимущественно градиентные ветры, связанные с барическим рельефом[10, с. 115]. Наиболее благоприятные условия создаются при существовании устойчивого антициклона с центром над Казахстаном, западной Сибирью или Верхним Поволжьем. Такой антициклон формируется в холодный период года в арктической воздушной массе и является устойчивым и мощным во времени и пространстве барическим образованием. Он вызывает длительные восточные ветры над Северным Кавказом. При большой устойчивости антициклона ветер сохраняет направление несколько суток, а его скорость днем достигает 12-15 м/с. При сохранении Сибирского антициклона и формировании над Черным морем малоподвижной термической депрессии создаются условия для очень сильных и длительных восточных ветров[23]. Скорость ветра в районе Минеральных Вод не превышает 15-17 м/с. Это объясняется тормозящим действием отрогов Кавказского хребта и Ставропольского плато, ограничивающих район Минеральных Вод с юга, юго-

запада, запада и севера. Ветры восточной четверти имеют хорошо выраженный суточный ход. Суммарная повторяемость восточных ветров в полдень 55%, а утром – 35%. Средняя скорость восточных ветров четко выражена: в полдень она равна 4,5 м/с, а утром ослабевает до 3 м/с.

Если вектор барического градиента ориентирован с юго-востока на северо-запад или в широтном направлении, то ветер либо юго-восточный либо восточный. Аналогично, когда вектор барического градиента направлен с любого румба западной части горизонта, ветер западный или северо-западный. Анализ годового хода повторяемости направления ветра у поверхности земли показывает, что ветер восточного и юго-восточного направления составляет 46 % от всех случаев, а западный и северо-западный – 35% случаев. Суммарная повторяемость ветров других направлений не больше 19% случаев.

В летнее время при прекращении деятельности сибирского антициклона западные и северо-западные достигают максимальной повторяемости 42% случаев восточные – 30% случаев.

Средняя скорость ветра в районе Минеральных Вод в м/с.

Январь – 2,9, февраль – 3,4, март – 3,5, апрель – 3,3, май – 2,9, июнь – 2,7, июль – 2,5, август – 2,3, сентябрь – 2,6, октябрь – 2,7, ноябрь – 3,2, декабрь – 3,4.

Средняя скорость за год – 3 м/с.

Из обзора статистических данных видно, что средняя скорость ветра невелика и распределяется равномерно в течение года. Два небольших максимума в конце осени и начале зимы и в конце зимы и весной объясняются частично сравнительно большими градиентами на границе Сибирского антициклона и черноморской депрессии, а также значительной неустойчивостью холодного воздуха, вторгающегося с северных морей.

Средняя скорость ветра по направлениям.

Ветры северного направления обычно слабые со средней скоростью не больше 2 м/с. При изменении направления ветра на восточное средняя скорость возрастает до 4 м/с.

Ветры южного направления также имеют среднюю скорость

приблизительно 3 м/с. Наибольшая средняя скорость западных ветров больше 4 м/с.

Западные ветры чаще всего связаны с прохождением атмосферных фронтов или с неустойчивыми по времени направленными с запада барическими гребнями. Нередко западные ветры возникают на южной периферии циклонов, перемещающихся с Атлантики через центр Европейской территории России [27]. Западные ветры имеют хорошо выраженный суточный ход. В утренние часы их повторяемость 42%, а во вторую половину дня их вероятность уменьшается до 30%. Средняя скорость западных ветров утром 3,5 м/с, а днем – 5,5 м/с.

При анализе графиков суточного хода повторяемости направления ветра по сезонам обнаружена такая особенность. Максимальная повторяемость восточных ветров отмечается днем, а для западных – минимальная – днем, максимальная – ночью. Лучше всего эта особенность проявляется летом при слабых ветрах и обусловлена влиянием горно-долинной циркуляции.

Ветры северной и южной четверти горизонта в районе Минеральных Вод отмечаются изредка, они кратковременны и являются переходными между господствующими направлениями.

С высотой роль подстилающей поверхности уменьшается, поэтому отмечается постепенный рост средней скорости ветра, достигающий максимума в зоне струйных течений на высотах 8-11 км.

Средняя скорость по направлениям на различных уровнях имеет свои особенности. На высоте 1,5 км наибольшая скорость отмечается при ветрах восточной и западной четверти, причем средняя скорость не превышает 8 м/с. С высотой отмечается рост средних скоростей ветра, причем максимальную среднюю скорость имеют, только ветры западной четверти, которые характеризуются следующими величинами: на высоте 3 км – 35 км/ч, на высоте 5 км – 60 км/ч, на высоте 7 км – 65 км/ч, на высоте 9 км – 90 км/ч. Ветры восточной четверти по всем высотам в два раза слабее западных.

Прогноз сильных градиентных ветров восточного направления.

Были выявлены следующие прогностические признаки:

- а) скорость ветра не превышает 15-17 м/с в результате тормозящего влияния отрогов БКХ;
- б) суточный ход хорошо выражен;
- в) при восточной ориентировке изобар 80-120 сильные ветры возникают при градиенте 2 гПа/100 км, а при юго-восточной 130-150 – более 3 гПа/100 км;
- г) скорость ветра днем близка к скорости ветра на 600 м утром, а признаком будущего сильного ветра у земли является скорость более 30 км/ч на высоте 1,5 км.

Синоптические условия для прогноза усиления восточного ветра со скоростью 15 м/с и более:

а) Ультраполярные вторжения арктического воздуха через территорию Западной Сибири и Казахстана. Контраст температур за холодным фронтом на АТ-850 более 12 град на 1000 км.

Антициклон, сформированный в арктической воздушной массе, располагался над центральным или западным Казахстаном. Давление в его центре составляло 1050 гПа или более.

б) При полярном вторжении активный антициклон смещается с запада и, достигнув стадии максимального развития, становится малоподвижным над Средним Поволжьем. Холодный фронт, сместившись с северо-запада или севера, трансформируется в стационарный фронт вдоль предгорий БКХ.

в) Медленное смещение антициклона с территории Казахстана на Среднее Поволжье или его усиление над Казахстаном. Обычно отмечается рост давления над северо-востоком Северного Кавказа до 1,5-2 гПа /3ч.

г) Существование устойчивого антициклона над Казахстаном. Область падения давления, обусловленная выходом южного циклона, охватывает западными районами Кавказа со значениями до 2-3 гПа /3ч.

Для прогноза сильных западных ветров определены следующие условия:

- а) максимальная скорость может достигать 25-30 м/с;
- б) при направлении изобар менее 300 град сильные ветры возникают при

барических градиентах более 2 гПа/100 км (90% случаев);

в) при направлении изобар 300-330 град и величине барического градиента более 4 гПа/100 км вероятность сильных ветров более 80 %;

г) при направлении изобар более 330 град сильные ветры менее 15-18 м/с;

д) если утром в слое 300-900 м скорость ветра с высотой увеличивается, то максимальная скорость днем близка к скорости ветра на уровне 900м;

е) если же скорость ветра в этом слое с высотой уменьшается, то максимальная у земли днем равна скорости ветра на уровне 300м утром. Сильные ветры при ориентировке изобар 300-330 градусов наблюдаются на южной периферии циклона с центром над ЕТР, при более северной ориентировке изобар- в тыловой части циклона с центром над северной частью Каспия. Для прогноза скорости ветра построены графики зависимости скорости ветра от величины барического градиента.

Прогноз сильных ветров, связанных с прохождением атмосферных фронтов.

а) холодный фронт смещается с запада или северо-запада, изобары расположены параллельно фронту. Для расчета возможного усиления ветра до 15 м/с и более рассматривается значение очагов падения и роста давления и расположение изаллобарической пары. Если сумма абсолютных значений изаллобарической пары более 2,5 гПа, а линия, соединяющая очаги роста и падения давления направлена в сторону пункта прогноза, то следует ожидать сильный ветер.

б) холодный фронт смещается с северо-запада или севера, циклон расположен над Нижним Поволжьем или севером Каспия. Абсолютная сумма значений изаллобарической пары меньше/равна 2,5 гПа, барический градиент за фронтом не более 3гПа/100 км. Скорость ветра не превышает 15-17 м/с.

в) глубокий часто ныряющий циклон расположен над юго-восточной частью ЕТР, холодный фронт смещается с северо-запада. Сильные ветры возникают перед прохождением холодного фронта, а на линии фронта еще более усиливаются и сохраняются долгое время. Величина барического

градиента за фронтом значительно больше $3\text{гПа}/100\text{ км}$, скорость ветра может достигать $25\text{-}30\text{ м/с}$.

г) выход южных циклонов к северо-востоку, холодный фронт медленно смещается на восток. Изаллобарическая пара хорошо выражена, а линия соединения этой пары направлена к северо-востоку. Сильные ветры отмечаются над западными районами Северного Кавказа или югом ЕТР, а в районе Минеральных Вод их скорость менее 15 м/с . Построены графики для расчета скорости ветра в зависимости от значения изаллобарической пары.

Синоптические условия усиления западного ветра.

а) формирование ныряющих циклонов и их смещение на центральные районы ЕТР и Среднее Поволжье. Над Северным Кавказом отмечается падение давления $2\text{-}3\text{ гПа}/3\text{ч}$. Сильные ветры могут отмечаться перед фронтом, а после его прохождения еще больше усиливаться и продолжаться достаточно долго.

б) смещение активного циклона с Атлантики на центр Европейской территории России

в) формирование частного циклона, когда над Украиной за холодным фронтом отмечается активный рост давления, а над восточными районами Северного Кавказа имеет место падение давления, то формируется частный циклон, при котором возможно усиление западного ветра до $15\text{-}20\text{ м/с}$.

Прогноз неустойчивого ветра. При малых барических градиентах направление ветра может не соответствовать направлению изобар[24]. Такая возможность предоставляется в гребнях или полях с малыми барическими градиентами над Северным Кавказом.

Прогноз бокового ветра. Для Минеральных Вод боковой ветер заключен в пределах от 010 до 050 градусов и от 190 до 230 градусов. Такие направления ветра наблюдаются редко. Ветер с направлением $01\text{-}050$ град может отмечаться в холодный период года при прохождении холодного фронта с севера, в тыловой части циклона с центром над северной частью Каспия, а также при формировании частного циклона южнее или юго-западнее Минеральных Вод.

В теплый период года ветры с направлением $190\text{-}230$ градусов

образуются при выходе грозových очагов с юго-запада или юга и имеют шкваловый характер. В холодный период года ветры такого направления могут наблюдаться при фене.

Рассмотрим основные сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за период 2017-2021 годов АМСГ-I Минеральные Воды (таблицы 3.2-3.6).

Таблица 3.2 – Сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за 2017 год в АМСГ-I Минеральные Воды

Методы прогноза метеоземелетов и явлений погоды	Оправдываемость прогноза									Предупрежденность явления, $P_{\text{я}}$ (%) $n1/(n1+(N2-n2))$
	Общая			С явлением			Без явления			
	Число прогнозов, N	Число опр., n	P, %	Число прогнозов, N 1	Число опр., n 1	P 1, %	Число прогнозов, N 2	Число опр., n 2	P 2, %	
Скорость ветра по величине барического градиента	254	211	83	252	209	83	2	2	100	100
Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских	59	47	80	43	31	72	16	16	100	100
Фронтальный шквал Пескова-Снитковского	35	31	89	6	2	33	29	29	100	100

Результаты исследования показывают, что введения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра составлялись на основании трех методов:

- метода расчета скорости ветра по величине барического градиента;
- метода расчета максимальных порывов ветра по ХВ Мастерских;
- метода расчета фронтального шквала по Пескову-Снитковскому.

Заблаговременность первого метода (по величине барического градиента) составляет 6 часов, а второго и третьего – 9 часов.

Анализируя предупрежденность явления по годам видно, что в 2017,

2019, 2020 она составила 100% (таблицы 3.2-3.6).

В 2018 году предупрежденность по методам различная:

- метода расчета скорости ветра по величине барического градиента – 96%;
- метода расчета максимальных порывов ветра по ХВ Мастерских – 84%;
- метода расчета фронтального шквала по Пескову-Снитковскому – 50%.

В 2021 году:

- метода расчета скорости ветра по величине барического градиента – 100%;
- метода расчета максимальных порывов ветра по ХВ Мастерских – 93%;
- метода расчета фронтального шквала по Пескову-Снитковскому – 100%.

Предупрежденность явления, $Pя$ (%) рассчитывается с учетом оправдываемости прогноза (с явлениями и без явлений и общего):

$$Pя = n1/(n1+(N2-n2)) \quad (3.3)$$

Таблица 3.3 – Сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за 2018 год АМСГ-I Минеральные Воды

Методы прогноза метеоземелетов и явлений погоды	Оправдываемость прогноза									Предупрежденность явления, $Pя$ (%) $n1/(n1+(N2-n2))$
	Общая			С явлением			Без явления			
	Число прогнозов, N	Число опр., n	P, %	Число прогнозов, N 1	Число опр., n 1	P 1, %	Число прогнозов, N 2	Число опр., n 2	P 2, %	
Скорость ветра по величине барического градиента	316	260	82	295	248	84	21	12	57	96
Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских	49	27	55	43	26	60	6	1	17	84
Фронтальный шквал Пескова-Снитковского	23	22	96	1	1	100	22	21	95	50

Таблица 3.4 – Сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за 2019 год АМСГ-I Минеральные Воды

Методы прогноза метеозлементов и явлений погоды	Оправдываемость прогноза									Предупрежденность явления, $P_{\text{я}} = \frac{n_1}{n_1 + (n_2 - n_2)}$ (%)
	Общая			С явлением			Без явления			
	Число прогнозов, N	Число опр., n	P, %	Число прогнозов, N 1	Число опр., n 1	P 1, %	Число прогнозов, N 2	Число опр., n 2	P 2, %	
Скорость ветра по величине барического градиента	202	185	92	200	183	92	2	2	100	100
Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских	60	45	75	34	19	56	26	26	100	100
Фронтальный шквал Пескова-Снитковского	20	20	100	1	1	100	19	19	100	100

Таблица 3.5 – Сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за 2020 годв АМСГ-I Минеральные

Методы прогноза метеозлементов и явлений погоды	Оправдываемость прогноза									Предупрежденность явления, $P_{\text{я}} = \frac{n_1}{n_1 + (n_2 - n_2)}$ (%)
	Общая			С явлением			Без явления			
	Число прогнозов, N	Число опр., n	P, %	Число прогнозов, N 1	Число опр., n 1	P 1, %	Число прогнозов, N 2	Число опр., n 2	P 2, %	
Скорость ветра по величине барического градиента	216	173	80	213	170	80	3	3	100	100
Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских	51	36	71	39	24	62	12	12	100	100
Фронтальный шквал	19	18	95	2	1	50	17	17	100	100

Таблица 3.6 – Сведения о средней оправдываемости расчетных методов прогноза ветра за 2021 год в АМСГ-I Минеральные Воды

Методы прогноза метеозлементов и явлений погоды	Оправдываемость прогноза									Предупрежденность явления, Пя (%) $n1/(n1+(N2-n2))$
	Общая			С явлением			Без явления			
	Число прогнозов, N	Число опр., n	P, %	Число прогнозов, N 1	Число опр., n 1	P, %	Число прогнозов, N 2	Число опр., n 2	P, %	
Скорость ветра по величине барического градиента	176	160	91	170	154	91	6	6	100	100
Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских	55	47	85	43	38	88	12	9	75	93
Фронтальный шквал Пескова-Снитковского	21	20	95	5	4	80	16	16	100	100

Для наглядности оправдываемости прогнозов ветра за период 2010-2021 гг. на АМСГ-I Минеральные Воды составим таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Оправдываемость прогнозов ветра за период 2010-2021 гг. на АМСГ-I Минеральные Воды

год	Скорость ветра по величине барического градиента			Максимальные порывы ветра по ХВ Мастерских			Фронтальный шквал Пескова-Снитковского		
	Число прогнозов	Оправд.	%	Число прогнозов	Оправд.	%	Число прогнозов	Оправд.	%
2010							22	22	100
2011							27	27	100
2012							36	34	94
2013							16	13	81
2014							19	16	84
2015	131	90	69	7	5	71	21	19	90
2016	246	196	80	68	50	74	36	33	92
2017	254	211	83	59	47	80	35	31	89
2018	316	260	82	49	27	55	23	22	96
2019	202	185	92	60	45	75	20	20	100
2020	216	173	80	51	36	71	19	18	95
2021	176	160	91	55	47	85	21	20	95

За исследуемый период видно, что до 2015 года использовался только метод расчета фронтального шквала по формуле Пескова-Снитковского. Самая низкая оправдываемость была в 2013 году. Фронтальные шквалы на АМСГ-I Минеральные Воды случаются нечасто, самое высокое число прогнозов составлено в 2012 году – 36. Начиная с 2015 года на АМСГ-I Минеральные Воды прогнозы составляются по трем методам. Больше всего число прогнозов приходится на метод прогноза скорости ветра по величине барического градиента и составляет от 131 прогноза в 2015 году до 316 – в 2018 году. Процент оправдываемости этих прогнозов чуть выше 90%, это связано с тем, что число прогнозируемых прогнозов выше, чем их реально случилось. Расчет максимальных порывов ветра на холодных фронтах и фронтах окклюзии по типу холодных рассчитывается по методу Мастерских, число таких прогнозов колеблется от 7 в 2015 году до 68 в 2016 году. Число таких прогнозов значительно выше с числом оправдавшихся, поэтому процент оправдываемости их не выше 85%.

Закключение

В результате исследований метеорологических условий на АМСГ-I Минеральные Воды можно сделать следующие выводы:

1. АМСГ-I Минеральные Воды осуществляет круглосуточные, непрерывные наблюдения за состоянием погоды посредством КРАМС-4, наблюдения производятся автоматически, дистанционно.
2. Система измерения параметров ветра работает на базе цифрового преобразователя WT501, установлена на расстоянии 125 (резервный) и 135 (основной) метров от осевой линии ВПП и 433 метра от торца ВПП с МК115 в сторону середины ВПП, в составе: анемометр WAA151, флюгер WAV151.
3. Господствующими ветрами в районе Минеральных Вод являются восточные – 40.7% и западные – 36.4%. Имеют хорошо выраженный сезонный ход.
4. Наибольшая повторяемость восточных ветров отмечается с сентября по апрель (больше 40% в каждом месяце), кроме декабря. В декабре чаще всего отмечалось западное направление ветра – 41.8%, восточное направление наблюдалось в 38.7% случаев, что объясняется преобладанием циклонической циркуляцией в данный период.
5. В течение года преобладают скорости ветра 3-5 м/с, что составляет 44.8%. Скорости ветра 6-10 м/с наблюдаются в 26.9% случаев, скорости ветра 11-15 м/с в 6.2 % случаев и скорость ветра более 15 м/с – в 1.3% случаев.
6. Сильные ветры со скоростью более 15 м/с наблюдаются в среднем 31.1 дней в год и со скоростью более 20 м/с – 5.9 дней в году.
7. Усиление ветра может наблюдаться из-за шквалов при прохождении грозных очагов (кучево-дождевой облачности) на активных холодных фронтах или хорошо развитой внутримассовой кучево-дождевой облачностью. Скорость ветра в таких случаях за исследуемый период отмечалась до 27-29 м/с.

8. В целом ветровой режим в течение года благоприятен, из-за устойчивости господствующих направлений ветра и отсутствия значительных боковых ветров.
9. Прогнозы погоды по АМСГ-I Минеральные Воды выпускаются круглосуточно, каждые 3 часа, с заблаговременностью 1 час до начала действия.
10. Прогноз ветра по высотам передается 4 раза в сутки (период действия прогнозов 03-09, 09-15, 15-21, 21-03 ВСВ) с АРМ «МетеоКонсультант» через АИС «МетеоСерверСиноптик-прогнозист-1» осуществляет постоянный мониторинг оправдываемости прогнозов и, по мере необходимости, незамедлительно вносит в прогнозы соответствующие коррективы.
11. Основными методами прогноза являются: метода расчета скорости ветра по величине барического градиента; метод расчета максимальных порывов ветра по Мастерских; метод расчета фронтального шквала по Пескову-Снитковскому.
12. До 2015 года использовался только метод расчета фронтального шквала по формуле Пескова-Снитковского.
13. После 2015 года больше всего число прогнозов приходится на метод прогноза скорости ветра по величине барического градиента и составляет от 131 прогноза в 2015 году до 316 – в 2018 году. Процент оправдываемости этих прогнозов чуть выше 90%, это связано с тем, что число прогнозируемых прогнозов выше, чем их реально случилось.

Список использованной литературы

1. Баранов, А.М., Солонин, С.В. Авиационная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 304 с.
2. Богаткин, О.Г. Информационно-справочная книга авиационного метеоролога. [Электронный ресурс]. URL: <http://doavia.meteocenter.ru/files/books/Bogatkin/sprav1.pdf> (дата обращения: 07.10.2022)
3. Воробьев, В.И. Практикум по синоптической метеорологии. – М.: изд. Мысль, 2011. – 212 с.
4. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214144448.pdf (дата обращения: 07.10.2022)
5. Дашко, Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. [Электронный ресурс]. URL: https://www.studmed.ru/view/dashko-na-kurs-lectiy-po-sinopticheskoy-meteorologii_5c7264983e0.html (дата обращения: 10.11.2022)
6. Дивинский, Л.Й., Кузнецов, А.Д., Солонин, А.С. Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция - КРАМС-4. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150213.pdf (дата обращения: 14.11.2022)
7. Доплеровский метеорологический радиолокатор. [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/images/search?pos=2&img_url=http%3A%2F%2Fflemz.ru%2F (дата обращения: 12.11.2022)
8. Измерение ветра на АМСГ. [Электронный ресурс]. URL: http://test.igmt.ru/pluginfile.php/3133/mod_resource/content/2/УЕ%202.2.%20Ветер.pdf (дата обращения: 07.10.2022)
9. ИМ по кодам METAR, SPECI, TAF. [Электронный ресурс]. URL: http://metavia2.ru/help/instruction_METAR_SPECI_TAF.pdf (дата обращения: 07.10.2022)

10. Качурин, Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 456 с.
11. КРАМС-4 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/images/search?pos=2&img_url=http%3A%2F%2Firam.ru%2Firam%2FIMG%2Fp20_krams.png&text=фото%20КРАМС-4&lr=1058&rpt=simage&source=serp(дата обращения: 12.11.2022)
12. Лебедев, А.Б. Прогнозирование синоптического положения. – СПб.: изд. ВКА имени А.Ф. Можайского, 2011. – 113 с.
13. Матвеев, Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. – Л.: изд. Гидрометеиздат, 1991. – 279 с.
14. Матвеев, Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: изд. Гидрометеиздат, 2000. – 412 с.
15. Методы и средства инструментальных наблюдений за метеорологическими элементами на авиационных метеорологических станциях. [Электронный ресурс]. URL: https://ugramet.ru/images/File/MetodKabinet/Publications/metody_i_sredstva_nablyudeniya_na_amsmsg.pdf (дата обращения: 14.11.2022)
16. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации. РД.52.04.716-2009 [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293792/4293792179.pdf> (дата обращения: 21.10.2022)
17. Приходько, М.Г. Справочник инженера-синоптика. – Л.: изд. Гидрометеиздат, 1986. – 247 с.
18. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. – Л.: изд. Гидрометеиздат, 1986. – Ч. I. – 448 с.
19. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. [Электронный ресурс]. URL: <http://szf.aviamettelecom.ru/wp-content/uploads/2014/02/Руководство-по-прогнозированию-мет.-условий-для-авиации.pdf>(дата обращения: 07.10.2022)
20. Руководство по системам метеорологических наблюдений и

- распространения информации для метеорологического обслуживания авиации. [Электронный ресурс]. URL: http://szf.aviamettelecom.ru/wp-content/uploads/2018/09/wmo_731_ru.pdf (дата обращения: 12.11.2022)
- 21.Руководящий документ РД 52.27.724-2009 Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dokipedia.ru/document/5319218>(дата обращения: 07.10.2022)
- 22.Савичев, А.И. Синоптические методы прогноза погоды. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217135436.pdf (дата обращения: 07.10.2022)
- 23.Сафонова, Т.В. Авиационная метеорология. [Электронный ресурс]. URL: http://lib.ulstu.ru/venec/disk/2015/Safonova_1.pdf (дата обращения: 07.10.2022)
- 24.Современные методы прогнозирования погодных условий. [Электронный ресурс]. URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/52073/1/conference_tpu-2018-C52_p357-360.pdf (дата обращения: 02.10.2022)
- 25.Современные тенденции развития аэродромных метеорологических информационно-измерительных систем. [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/77/192/21599.php> (дата обращения: 12.10.2022)
- 26.Специализированные прогнозы погоды. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214135902.pdf(дата обращения: 07.10.2022)
- 27.Толмачева, Н.И. Методы и средства гидрометеорологических измерений. [Электронный ресурс]. URL: <http://szf.aviamettelecom.ru/wp-content/uploads/2014/02/Методы-и-средства-гидрометеорологических-измерений.pdf> (дата обращения: 07.10.2022)
- 28.Федеральные авиационные правила «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов» [Электронный ресурс]. URL: http://metavia2.ru/help/FAP_

МЕТЕО_60__18_09_2014_MU-1.pdf (дата обращения: 22.10.2022)

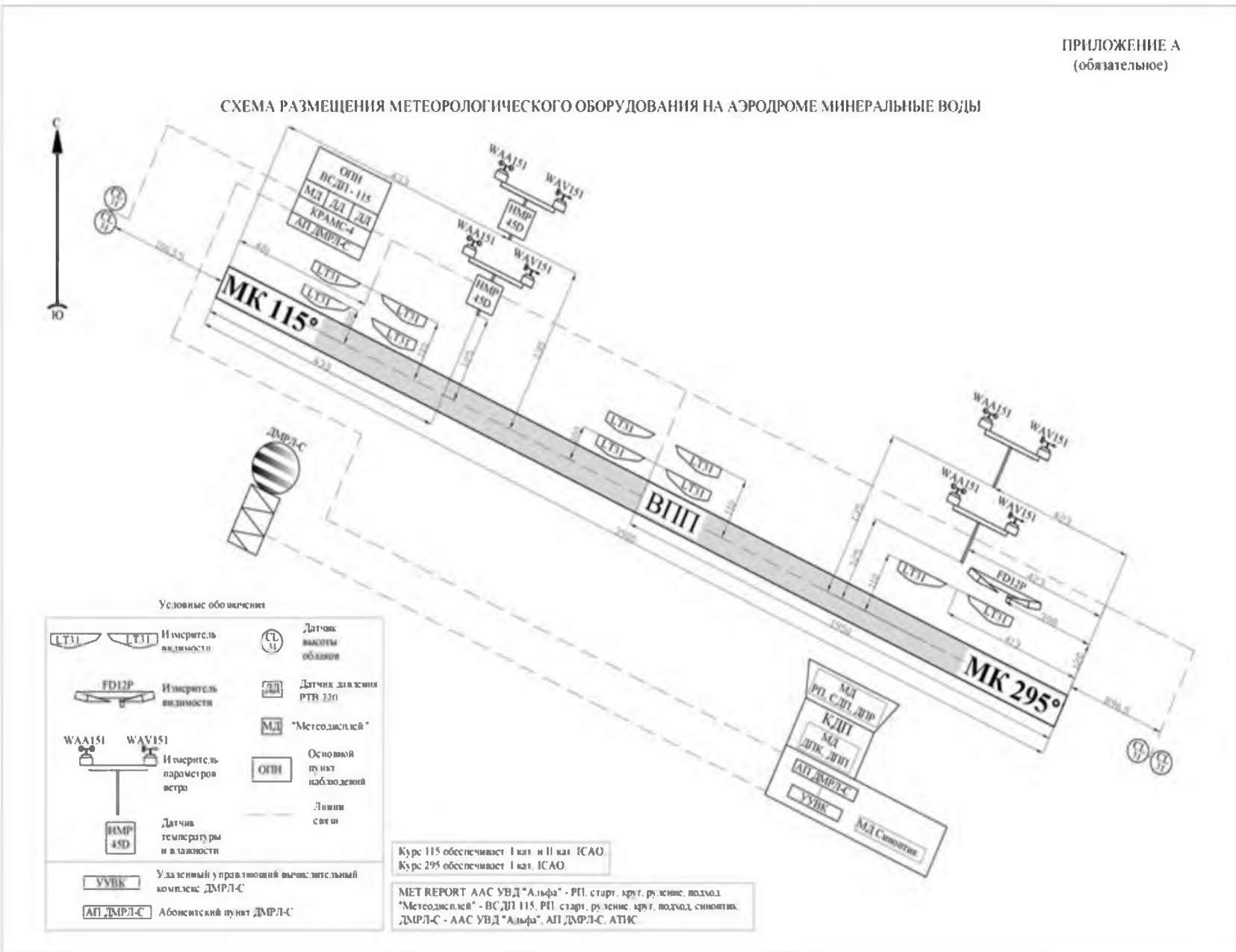
29.Хромов, С.П. Мамонтова, Л.И. Метеорологический словарь. – Л.: изд. Гидрометеиздат, 1978. – 398 с.

30.Юдин, М.И. Новые методы и проблемы краткосрочного прогноза погоды. – СПб.: изд. Гидрометеиздат, 1993. – 269 с.

Схема размещения метеорологических приборов и оборудования на аэродроме
 Минеральные Воды

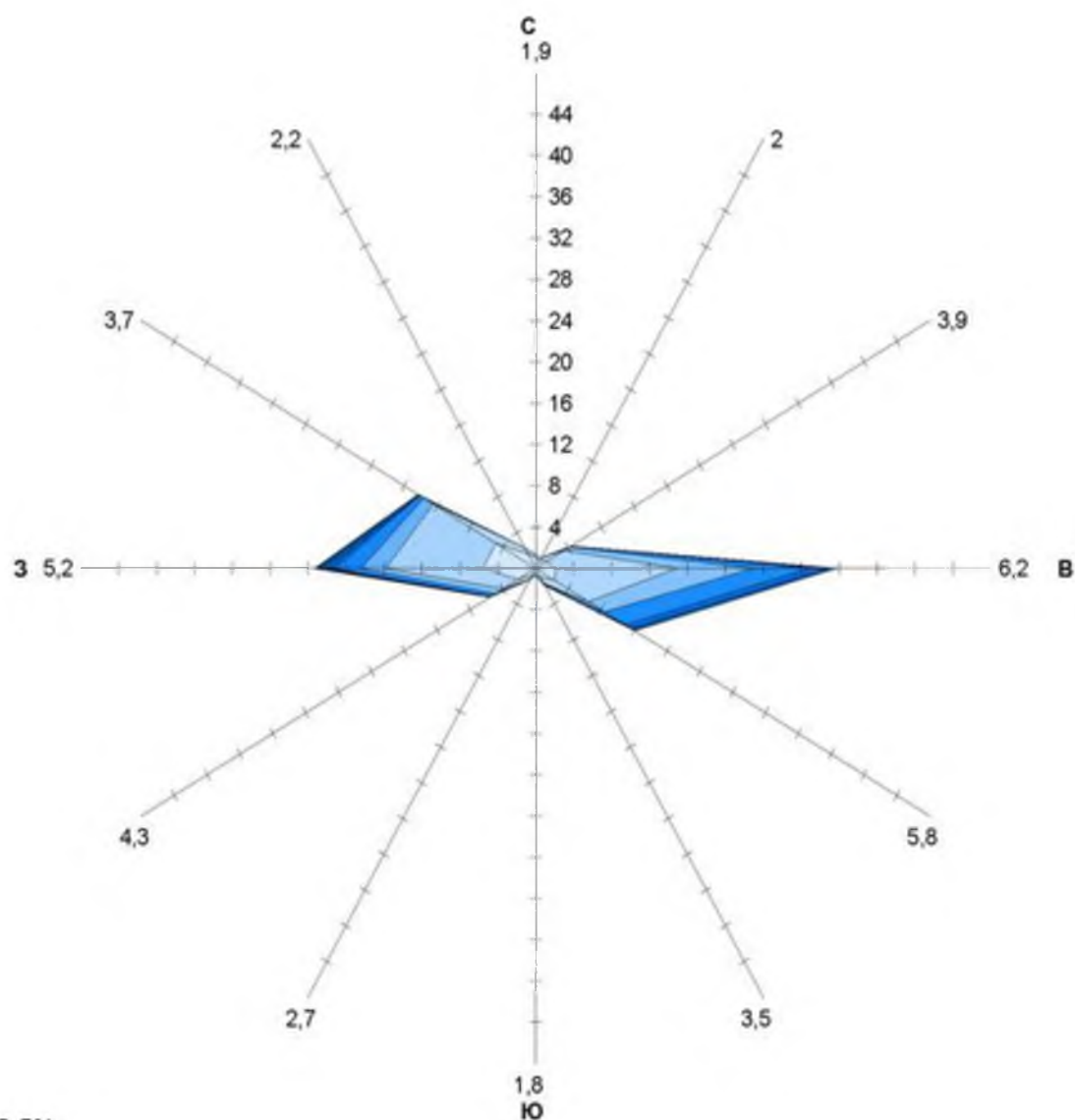
ПРИЛОЖЕНИЕ А
 (обязательное)

СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА АЭРОДРОМЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

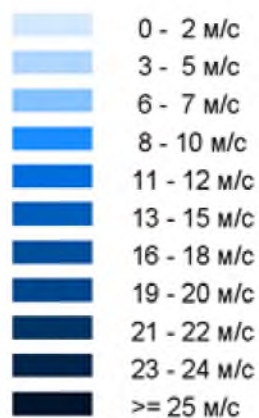


Приложение 2

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за январь

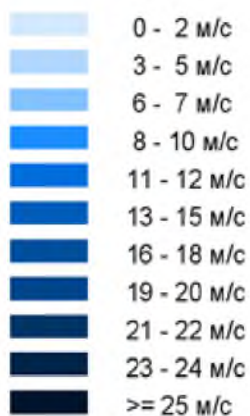
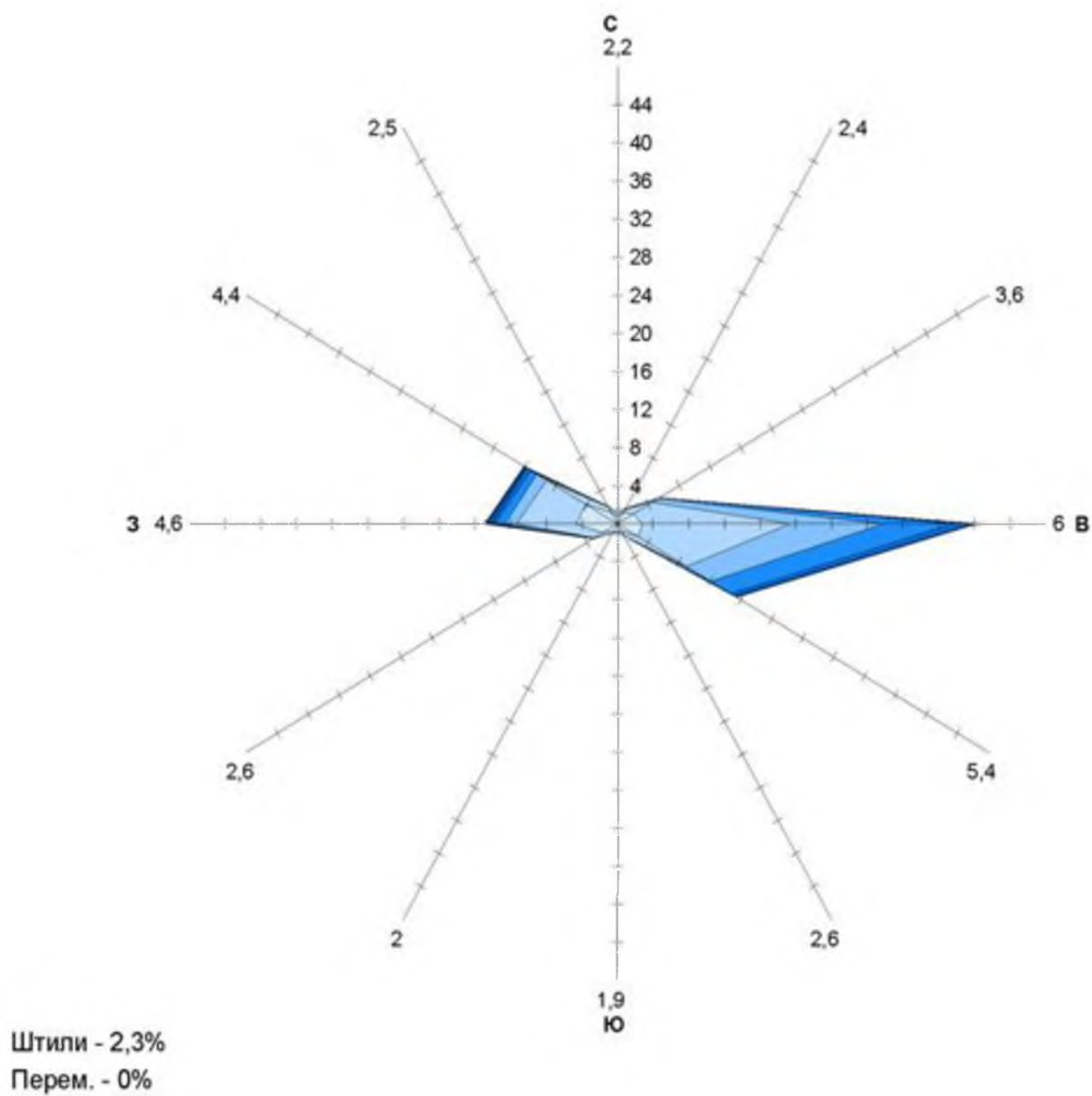


Штили - 2,5%
Перем. - 0%



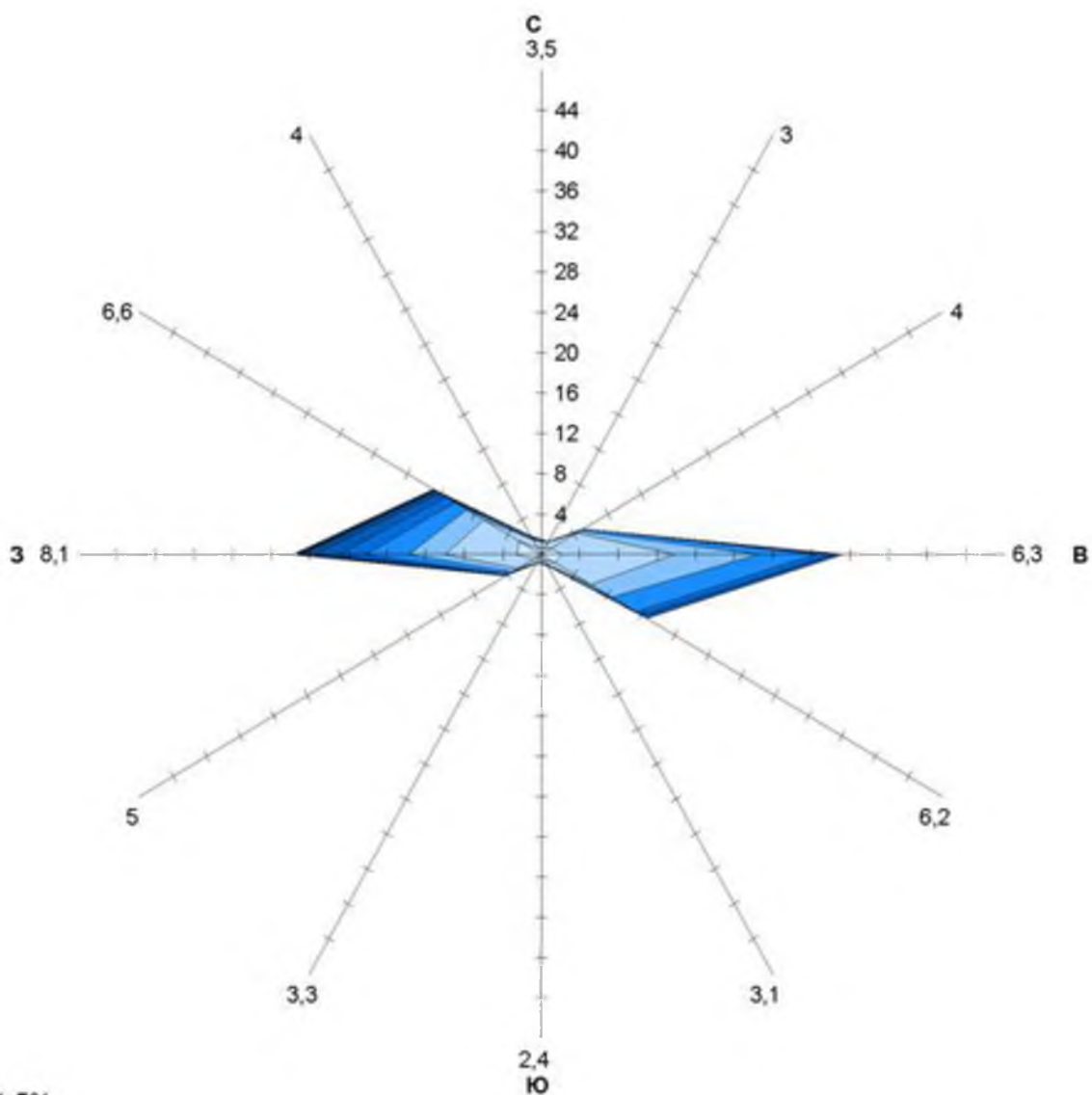
Приложение 3

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за февраль

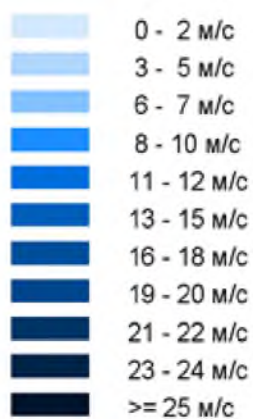


Приложение 4

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за март

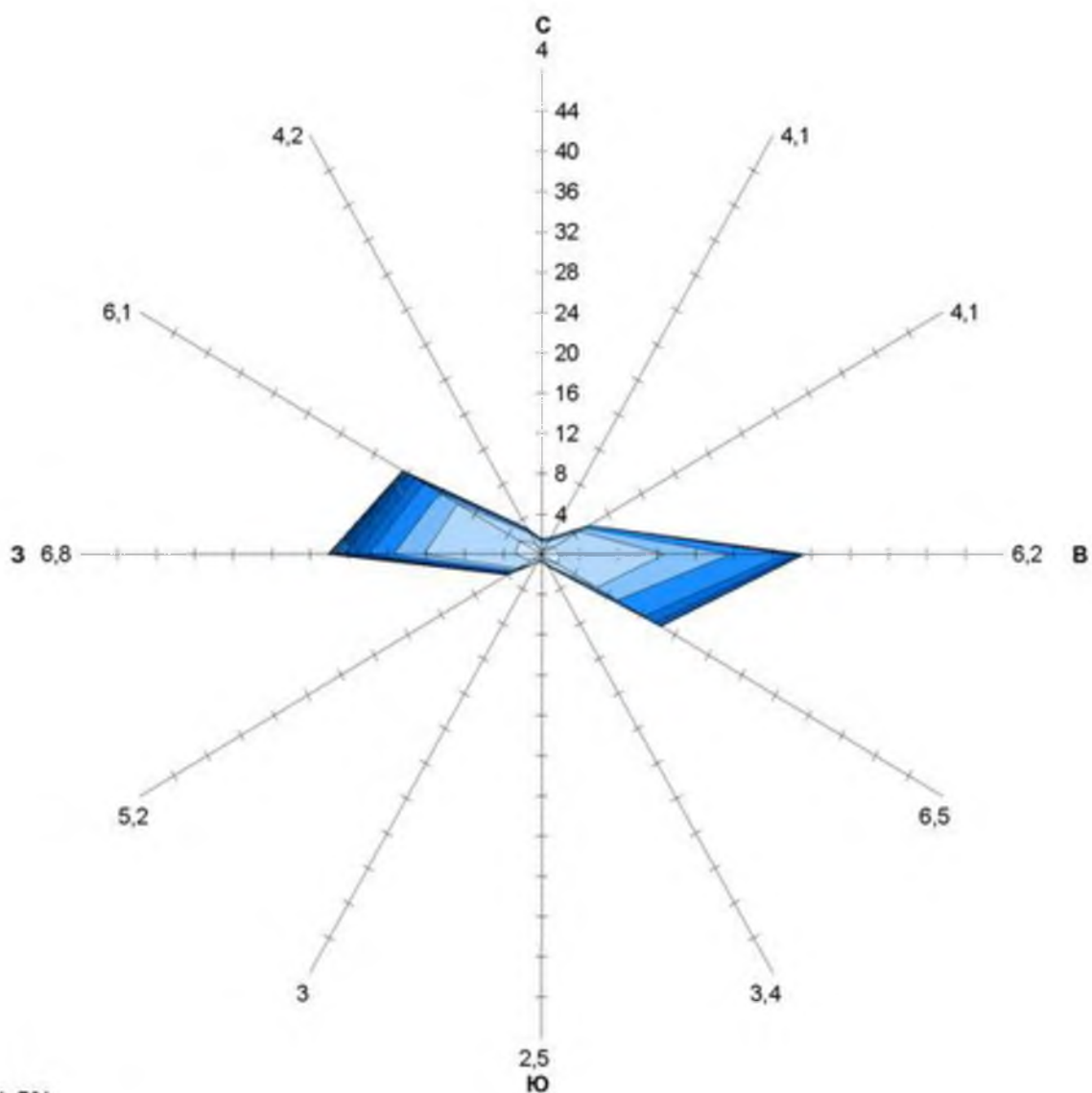


Штили - 1,5%
Перем. - 0%

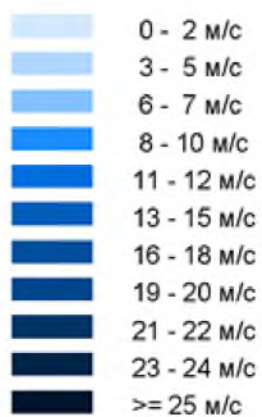


Приложение 5

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за апрель

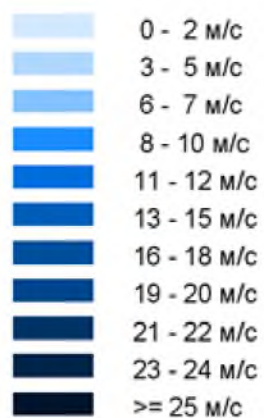
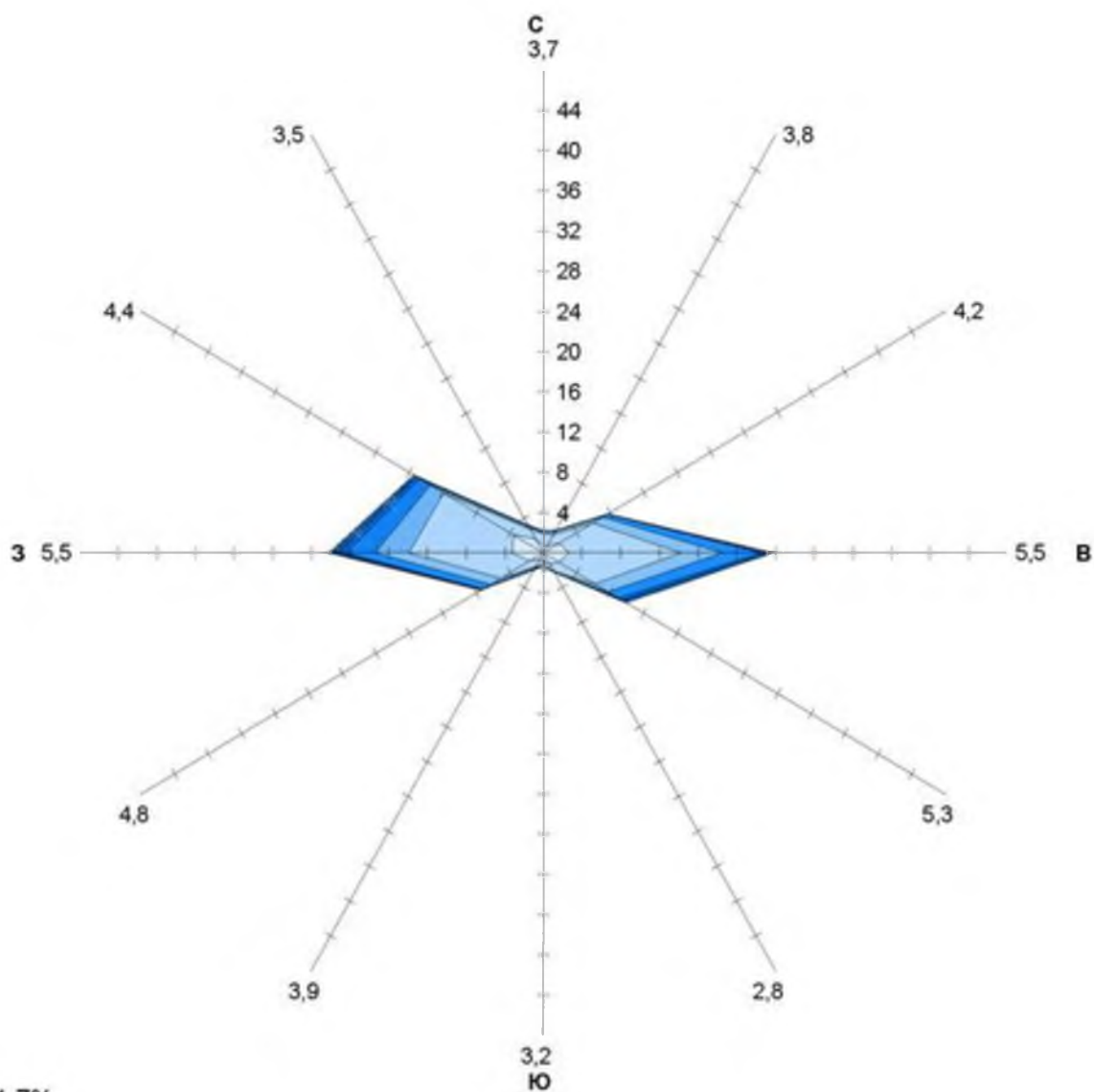


Штили - 1,5%
Перем. - 0%



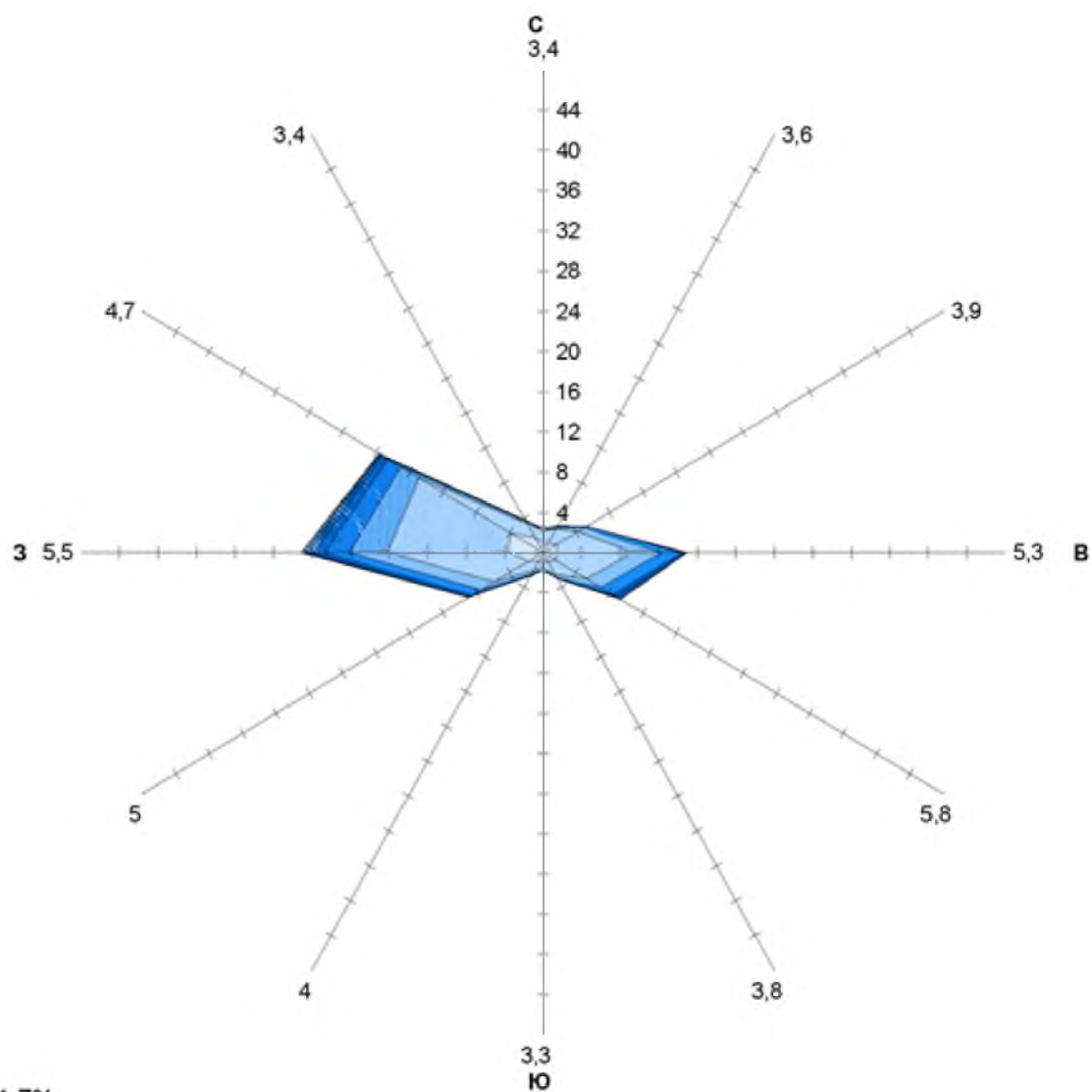
Приложение 6

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за май



Приложение 7

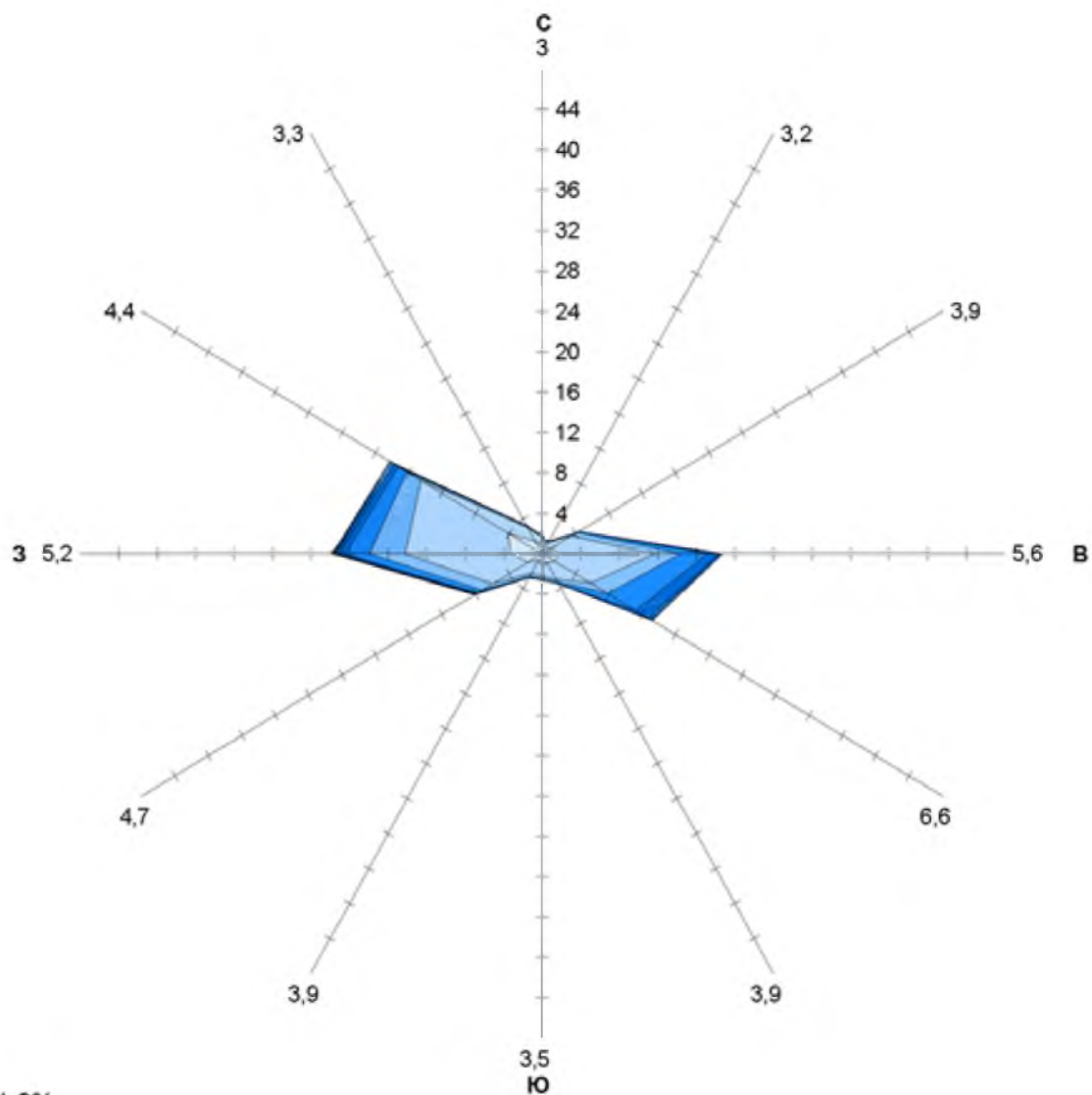
Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за июнь



0 - 2 м/с
3 - 5 м/с
6 - 7 м/с
8 - 10 м/с
11 - 12 м/с
13 - 15 м/с
16 - 18 м/с
19 - 20 м/с
21 - 22 м/с
23 - 24 м/с
>= 25 м/с

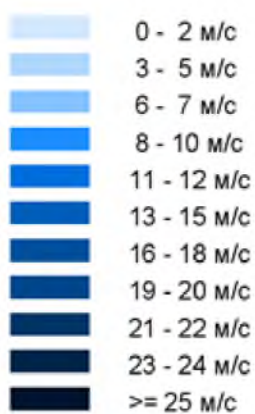
Приложение 8

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за июль



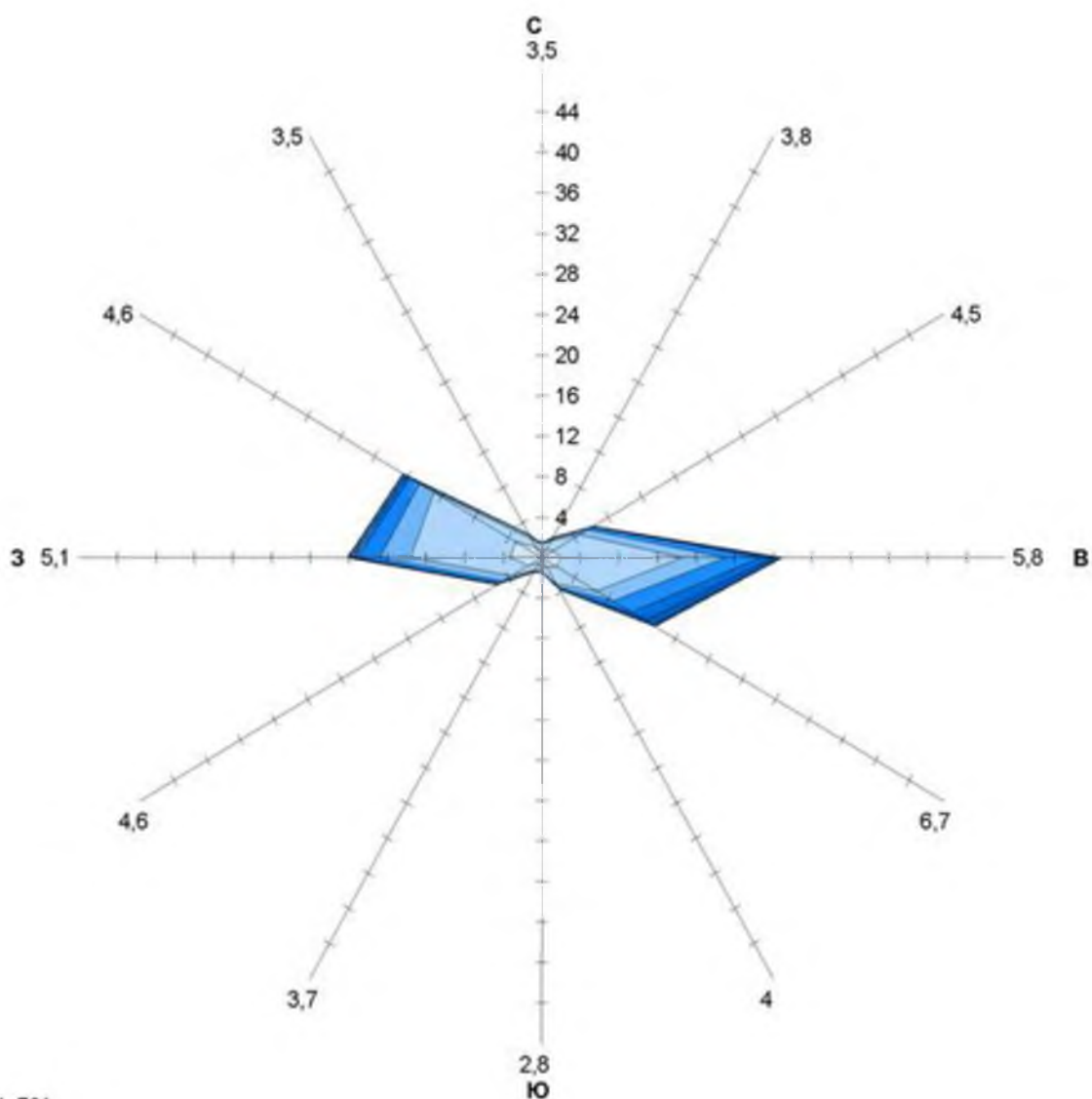
Штили - 1,9%

Перем. - 0%

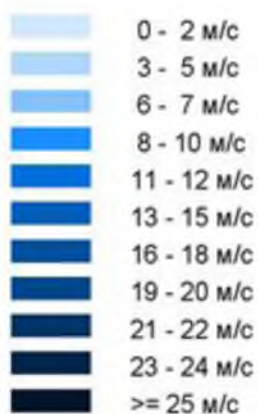


Приложение 9

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за август

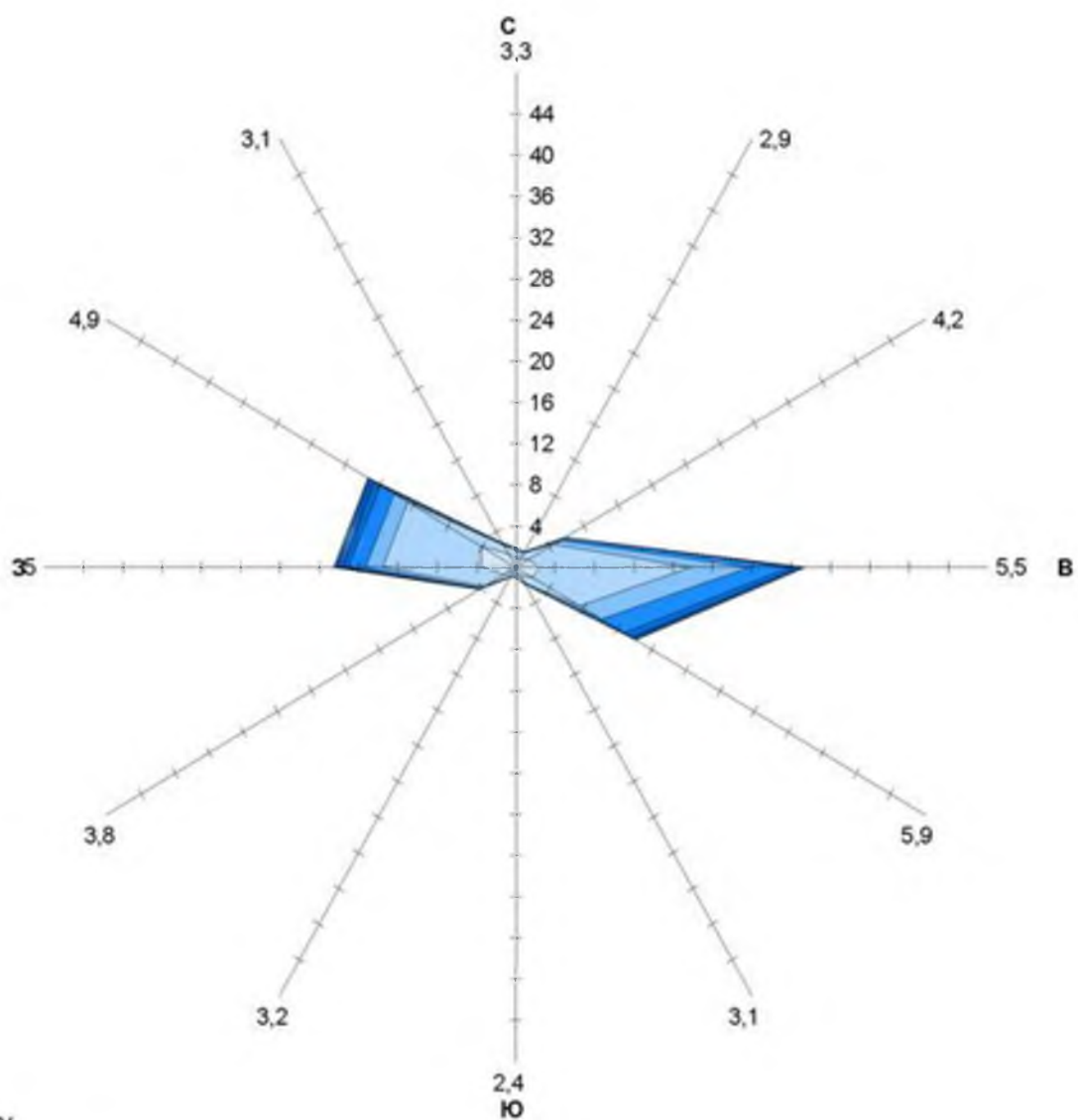


Штили - 1,5%
Перем. - 0%



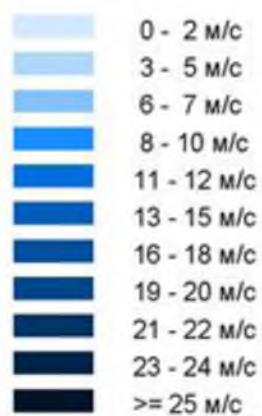
Приложение 10

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за сентябрь



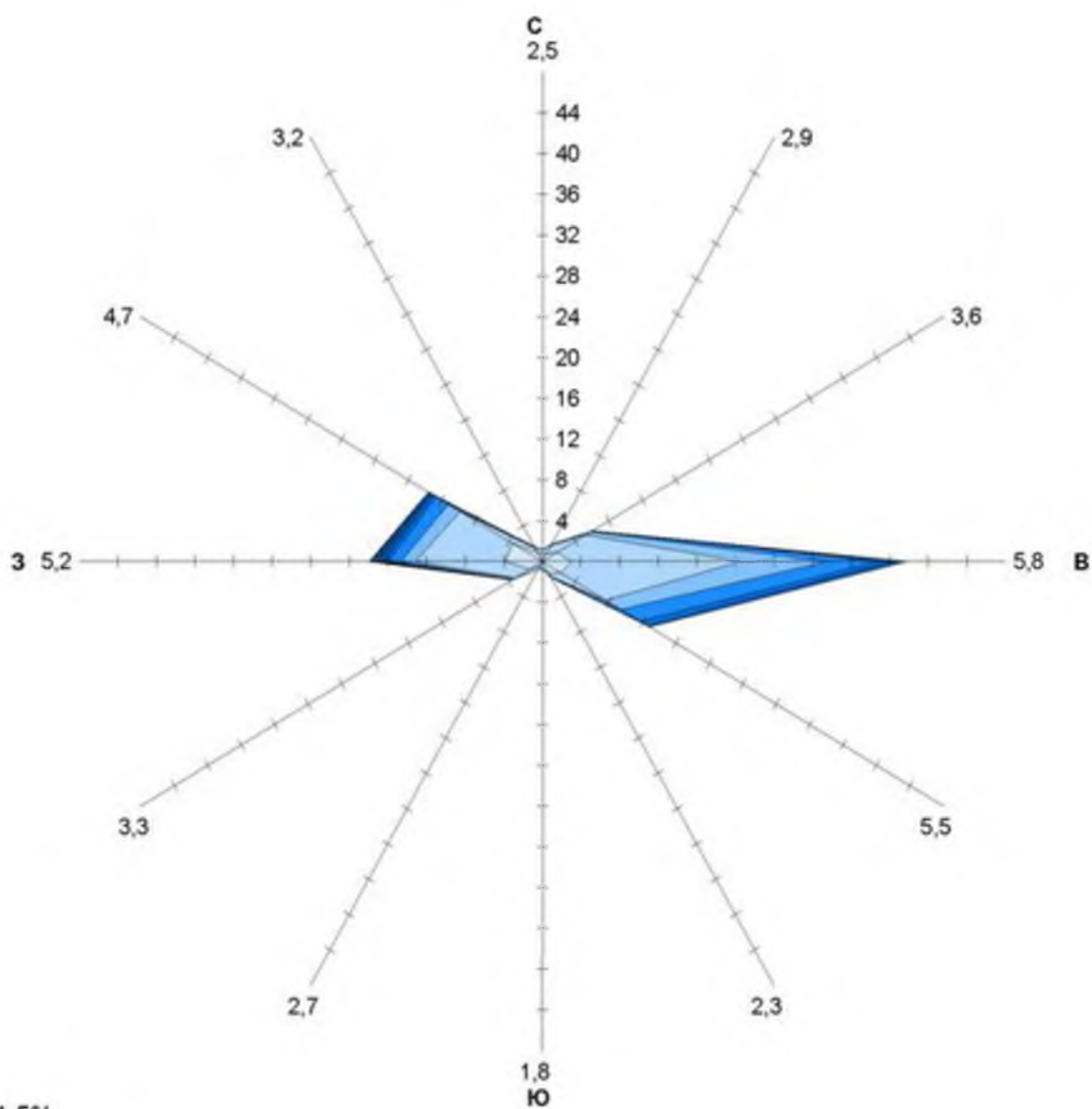
Штили - 1,7%

Перем. - 0%

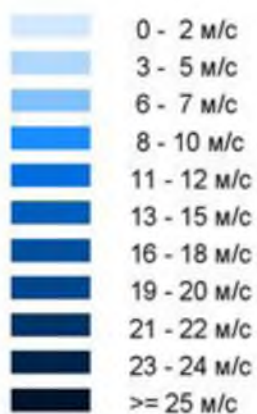


Приложение 11

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за октябрь

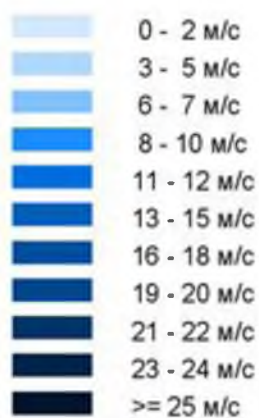
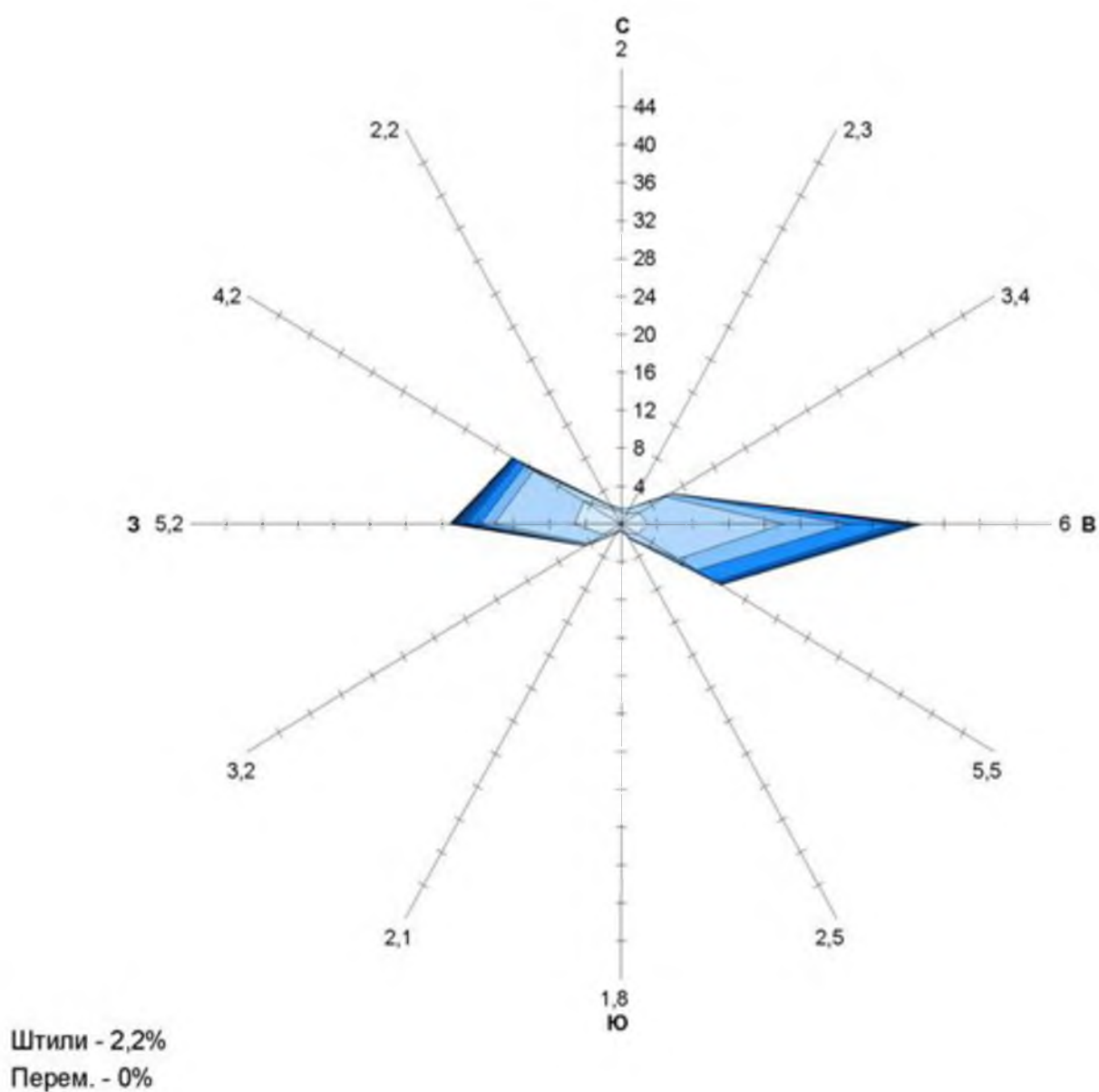


Штили - 1,5%
Перем. - 0%



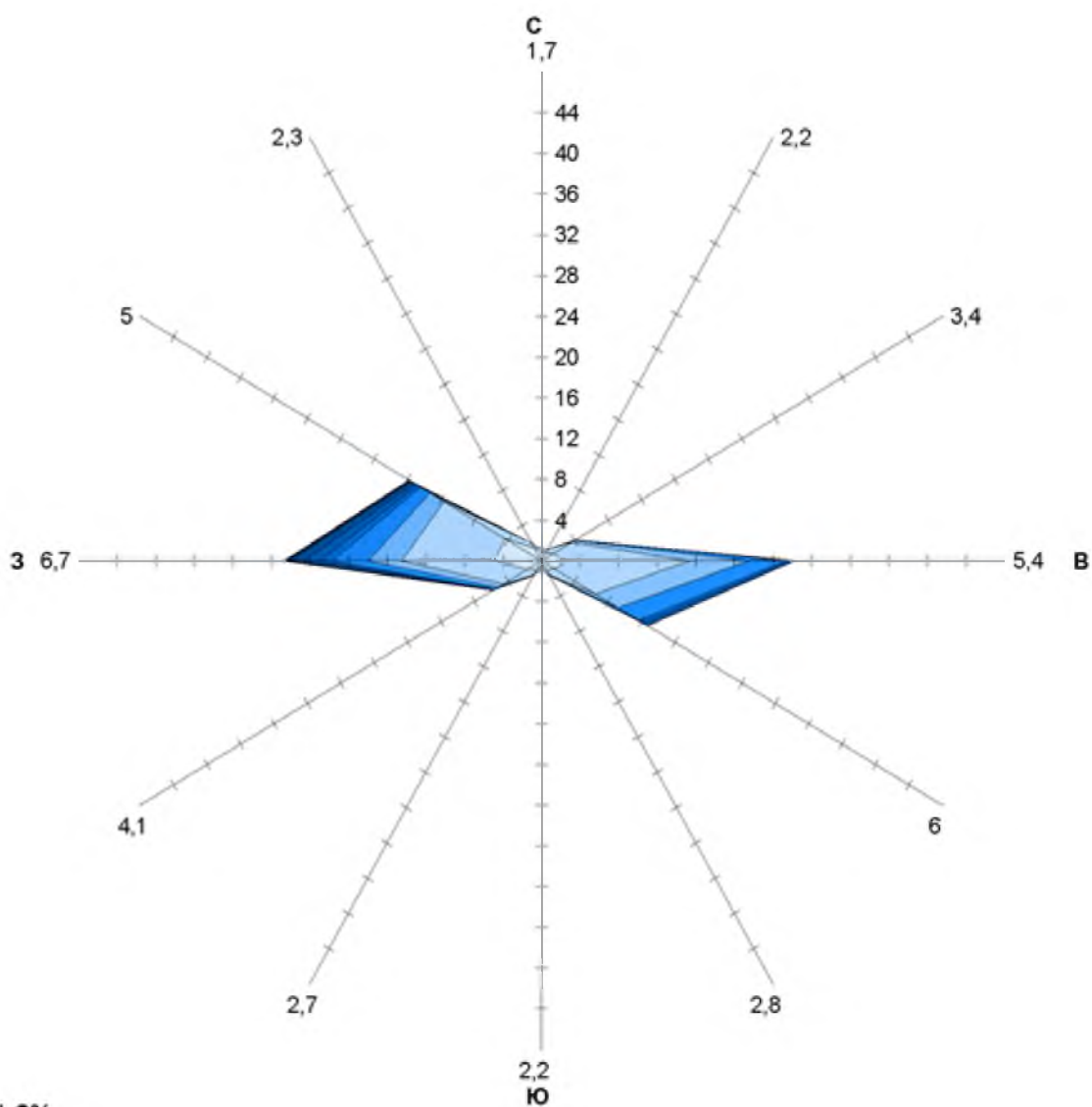
Приложение 12

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за ноябрь

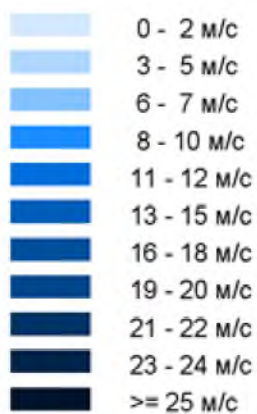


Приложение 13

Повторяемость направления ветра и штилей в Минеральных Водах (%) за декабрь



Штили - 1,6%
Перем. - 0%



Приложение 14

Вероятность скорости ветра по градациям в различные часы суток
Минеральных Водах (%)

Месяц	Часы	Скорость (м/с)								
		0 - 1	2 - 5	6 - 9	10 - 13	14 - 17	18 - 20	21 - 24	25 - 28	29 - 34
I	1	32,8	40,9	20,5	3,7	1,4	0,6	0,1		
	7	35,1	42,6	16,5	2,9	2,1	0,8			
	13	24,2	46,4	21,3	5,7	1,7	0,5		0,1	0,1
	19	29,0	41,5	22,8	4,5	1,2	0,8	0,1	0,1	
II	1	27,1	42,0	22,6	5,7	2,1	0,3	0,2		
	7	30,3	43,5	21,4	3,0	1,6	0,2			
	13	17,7	41,9	29,8	8,6	1,8	0,2			
	19	21,8	45,5	25,2	6,0	1,1	0,3		0,1	
III	1	27,2	41,1	19,5	7,9	3,1	1,0		0,2	
	7	29,9	43,2	19,1	4,6	2,6	0,3	0,3		
	13	11,3	44,0	32,2	7,5	3,7	0,9	0,1		0,3
	19	23,3	47,7	20,5	4,8	2,9	0,6	0,2		
IV	1	30,3	47,3	16,5	3,9	1,4	0,6			
	7	29,5	47,9	16,7	4,4	1,2	0,3			
	13	8,8	41,1	31,8	13,2	4,2	0,9			
	19	17,9	49,5	23,8	5,6	2,7	0,5			
V	1	35,2	51,0	11,0	1,9	0,6	0,3			
	7	30,4	52,0	14,7	2,4	0,4	0,1			
	13	12,5	45,0	29,1	10,7	2,1	0,6			
	19	21,1	53,4	19,8	4,0	1,6	0,1			
VI	1	40,2	48,8	9,6	1,2	0,1	0,1			
	7	32,6	53,5	12,7	0,9	0,3				
	13	13,6	52,3	26,2	5,6	2,1	0,2			
	19	25,8	53,2	16,0	3,0	1,8	0,2			
VII	1	35,7	52,0	10,3	1,2	0,8				
	7	33,6	54,1	10,9	1,2	0,2				
	13	17,9	48,2	26,2	5,4	1,5	0,8			
	19	27,6	51,9	14,9	4,5	0,8	0,3			
VIII	1	40,7	50,7	6,6	1,7	0,3				
	7	35,7	54,1	9,2	0,8	0,2				
	13	13,7	52,8	26,6	5,2	1,5	0,2			
	19	31,5	51,4	13,7	2,3	0,6	0,5			
IX	1	41,7	47,5	8,3	2,2	0,3				
	7	42,7	47,4	8,3	1,3	0,3				
	13	15,3	50,1	26,6	5,8	1,6	0,6			
	19	37,7	50,2	10,8	1,1	0,2				
X	1	34,0	47,5	13,6	3,2	1,2	0,5			
	7	37,2	45,7	14,3	1,9	0,9				
	13	12,9	46,3	31,2	6,9	2,1	0,6			
	19	30,4	52,5	13,9	2,3	0,9				
XI	1	26,8	45,4	20,9	5,0	1,7	0,2			
	7	31,0	45,5	18,4	3,6	1,5				
	13	17,7	43,9	29,9	6,1	1,8	0,6			
	19	22,6	48,5	22,9	4,2	1,7	0,1			
XII	1	29,2	43,9	18,2	4,9	3,1	0,7			
	7	31,0	45,5	17,8	3,8	1,6	0,3			
	13	26,4	42,9	24,1	4,7	1,9				
	19	28,1	42,5	22,6	3,8	2,7	0,3			
Год	1	33,4	46,6	14,8	3,5	1,3	0,4	0,03	0,01	
	7	33,2	48,0	15,0	2,5	1,1	0,2	0,03		
	13	16,0	46,4	28,1	6,9	2,0	0,5	0,01	0,01	0,04
	19	26,6	49,1	18,9	3,7	1,4	0,3	0,02	0,02	

Приложение 15

Вероятность ветра различной скорости по направлениям в Минеральных Водах (%)

Скорость м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Скорость м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь																	
1 час									7 часов								
0 – 1	0,9	2,2	8,5	4,9	1,2		10,2	4,9	0 – 1	1,5	1,5	11,1	3,2	1,7	0,5	11,4	4,1
2 – 5	0,5	2,0	16,2	6,6	0,8	1,2	7,4	6,3	2 – 5		2,3	16,3	7,1	0,3	0,6	11,2	4,8
6 – 9		0,6	9,1	5,1			4,2	1,5	6 – 9		0,8	7,1	4,5		0,3	2,3	1,5
10 – 13			1,4	0,9			0,9	0,5	10 – 13			0,6	0,8			1,1	0,5
14 – 17			0,3	0,1			0,8	0,1	14 – 17			0,1	0,1			1,4	0,5
18 – 20							0,3	0,3	18 – 20							0,8	
21 – 24							0,1		21 – 24								
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,1	2,5	5,5	1,1	0,3	1,1	6,6	6,0	0 – 1	0,5	1,8	12,3	3,7	0,5		6,9	3,2
2 – 5	1,4	3,9	18,5	8,2	1,2	0,5	6,0	6,8	2 – 5	0,2	1,7	20,0	8,9	0,3	1,2	5,8	3,2
6 – 9	0,3	0,5	10,0	5,1	0,3		3,1	2,0	6 – 9		0,3	9,4	7,6	0,3	0,5	3,8	0,9
10 – 13			1,4	1,7			1,7	0,9	10 – 13			0,8	1,1			2,0	0,6
14 – 17				0,2			1,1	0,5	14 – 17			0,2	0,2			0,3	0,6
18 – 20							0,5		18 – 20							0,3	0,5
21 – 24									21 – 24							0,2	
25 – 28							0,1		25 – 28							0,2	
29 – 34							0,1		29 – 34								
Февраль																	
1 час									7 часов								
0 – 1	0,5	2,4	8,9	1,6		1,1	7,3	5,2	0 – 1	0,3		9,2	4,2	0,6	1,1	9,5	5,3
2 – 5	0,6	1,3	17,7	7,3	1,0	1,1	8,8	4,2	2 – 5	0,5	2,6	16,1	8,4	0,5	0,6	9,5	5,3
6 – 9		0,5	9,6	6,5	0,3	0,5	4,2	1,0	6 – 9		0,6	9,3	5,3	0,2	0,5	3,6	1,9
10 – 13			2,4	0,8		0,2	1,8	0,5	10 – 13			0,6	0,8			1,3	0,3
14 – 17			0,3			0,2	1,5	0,2	14 – 17			0,2	0,2			1,3	
18 – 20							0,3		18 – 20							0,2	
21 – 24							0,2		21 – 24								
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,9	1,9	3,5	1,1	0,2	0,2	6,5	2,4	0 – 1	1,8	1,3	8,1	4,5	1,3		3,1	1,8
2 – 5	0,6	2,9	17,3	8,2	0,5	0,3	7,7	4,4	2 – 5	0,6	1,6	21,8	9,7	0,3	0,8	7,2	3,4
6 – 9	0,2	0,5	14,5	9,0	0,2		2,9	2,6	6 – 9	0,2		10,5	8,4	0,3	0,3	3,5	1,9
10 – 13			1,6	1,8			3,2	1,9	10 – 13			1,8	1,6	0,2		2,1	0,3
14 – 17							1,0	0,8	14 – 17						0,2	0,6	0,3
18 – 20							0,2		18 – 20							0,3	
21 – 24									21 – 24								
25 – 28									25 – 28							0,2	
Скорость м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Скорость м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Март																	
1 час									7 часов								

Продолжение приложения 15

0 – 1		2,2	11,0	2,2	0,7	0,4	5,7	5,4	0 – 1	0,3	2,2	10,4	1,8	0,9	0,9	9,5	3,8
2 – 5	0,7	1,9	18,1	6,9	0,4	0,2	8,6	3,9	2 – 5	0,6	3,7	17,8	6,3	0,6	0,4	7,9	5,9
6 – 9		0,6	9,7	4,5			2,6	1,9	6 – 9			9,8	3,8	0,2	0,2	3,8	1,3
10 – 13		0,2	3,5	0,7			2,0	1,5	10 – 13			0,9	0,7		0,2	1,9	0,9
14 – 17			1,2	0,2			1,2	0,6	14 – 17			0,4				1,6	0,6
18 – 20	0,2		0,2				0,7		18 – 20							0,2	0,2
21 – 24									21 – 24							0,2	0,1
25 – 28								0,2	25 – 28								
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,2	2,9	3,2	0,4		1,0	0,7	1,8	0 – 1	1,2	3,2	10,0	3,5	0,7	0,7	2,8	1,2
2 – 5	0,6	6,1	19,0	6,9	0,6	0,3	3,9	6,4	2 – 5	1,6	1,8	20,4	11,9	1,0	1,3	5,6	4,1
6 – 9		1,0	16,3	7,5	0,2		3,8	3,5	6 – 9	0,2	0,4	10,0	5,1		0,4	2,8	1,6
10 – 13	0,2	0,2	2,5	1,7		0,2	1,6	1,2	10 – 13			2,9	0,4			0,9	0,6
14 – 17			0,7	0,2			1,9	0,9	14 – 17			1,2				1,0	0,7
18 – 20							0,6	0,3	18 – 20							0,3	0,3
21 – 24								0,2	21 – 24								0,2
25 – 28									25 – 28								
29 – 34								0,3	29 – 34								
Апрель																	
1 час									7 часов								
0 – 1	1,2	2,4	10,9	4,2	0,3	0,3	7,3	3,6	0 – 1	0,9	3,0	7,3	1,7	0,6	0,9	9,6	5,3
2 – 5	0,3	2,6	18,9	7,4	0,4	1,5	10,9	5,1	2 – 5	0,3	2,7	17,9	6,1	0,3	0,5	10,2	9,9
6 – 9	0,2	0,2	7,3	3,2		0,8	3,9	1,1	6 – 9		0,2	4,9	3,0		0,2	6,5	2,0
10 – 13			0,6	0,6		0,2	2,0	0,6	10 – 13			1,2	0,2			2,6	0,5
14 – 17			0,2				1,2		14 – 17							0,9	0,3
18 – 20							0,4	0,2	18 – 20							0,3	
13 часов									19 часов								
0 – 1	2,3	2,3	2,4			0,1	0,3	1,4	0 – 1	1,5	2,6	6,2	1,2	1,2	0,9	1,5	2,7
2 – 5	2,3	6,1	17,6	5,8	0,1	0,3	2,9	6,1	2 – 5	2,0	3,0	21,1	10,9	1,2	1,7	6,7	3,0
6 – 9	0,1	0,7	17,3	7,1	0,3		2,7	3,5	6 – 9	0,3	0,3	10,8	5,0	0,2		4,5	2,7
10 – 13			4,7	2,9	0,1		3,5	2,0	10 – 13	0,2		2,4	0,9		0,2	1,4	0,6
14 – 17			0,3	0,6			1,7	1,7	14 – 17			0,2	0,3			2,1	0,1
18 – 20				0,1		0,1	0,6		18 – 20				0,2			0,1	0,1
Май																	
1 час									7 часов								
0 – 1	0,4	2,3	11,6	2,8	1,0	1,2	11,6	4,3	0 – 1	1,0	1,3	9,1	0,3	0,3	1,2	10,0	7,2
2 – 5	0,4	2,1	17,3	6,9	0,4	1,2	15,6	7,2	2 – 5	0,3	3,5	16,3	4,4	0,3	0,6	15,4	11,2
6 – 9		0,3	2,5	1,2		0,3	5,0	1,8	6 – 9			2,9	1,9	0,1		7,1	2,7
10 – 13			0,2	0,3		0,1	1,3		10 – 13			0,3	0,3		0,3	0,9	0,6
14 – 17							0,3	0,1	14 – 17							0,3	0,1
18 – 20							0,3		18 – 20							0,1	
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,3	3,1	2,8	1,0	0,4	0,4	1,5	2,4	0 – 1	2,5	3,0	6,0	3,0	0,9	0,8	2,5	2,5
2 – 5	3,7	7,8	15,8	5,3	0,1		5,0	6,9	2 – 5	2,2	3,0	16,7	12,7	2,5	2,4	9,3	4,6
6 – 9	0,7	0,6	12,5	7,1			3,0	5,3	6 – 9			6,7	3,9	0,4	1,1	5,6	2,2

Продолжение приложения 15

10 – 13		0,4	4,1	1,3			2,5	2,4	10 – 13			0,4	0,3		0,3	2,2	0,8
14 – 17			1,2	0,1			0,4	0,3	14 – 17			0,7	0,1		0,1	0,4	0,1
18 – 20				0,1			0,5		18 – 20							0,1	
Скорос ть м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю З	З	СЗ	Скорос ть м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю З	З	СЗ
Июнь																	
1 час									7 часов								
0 – 1		1,2	9,4	4,7	1,2	0,7	14, 8	8,0	0 – 1	1,1	3,3	6,2	1,7	0,6	0,9	12, 0	6,8
2 – 5	0,6	1,5	10, 8	5,9	0,3	1,7	18, 5	9,5	2 – 5	1,1	1,4	11, 5	3,0	0,4	0,6	16, 8	18, 6
6 – 9	0,2		1,5	0,7		0,6	5,4	1,1	6 – 9			1,2	1,4	0,2		8,0	2,0
10 – 13		0,2	0,2			0,2	0,7		10 – 13			0,3				0,6	
14 – 17							0,2		14 – 17							0,2	0,1
18 – 20							0,2		18 – 20								
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,5	3,5	3,0	0,9	0,2	0,4	2,0	2,0	0 – 1	2,6	2,6	5,2	7,3	2,6	1,5	2,6	1,5
2 – 5	4,0	7,2	18, 0	7,8	0,9	0,4	5,2	8,5	2 – 5	2,4	2,9	12, 8	12, 8	3,5	3,8	9,4	5,6
6 – 9	0,2	0,8	10, 7	6,4		0,3	4,7	3,2	6 – 9	0,3	0,4	3,2	2,6	1,0	1,4	4,9	2,1
10 – 13			1,7	1,4			1,7	0,9	10 – 13		0,1	0,2	0,6		0,2	1,5	0,4
14 – 17			0,2	0,7	0,2		0,8	0,4	14 – 17				0,3			1,3	0,2
18 – 20			0,2						18 – 20							0,2	
Июль																	
1 час									7 часов								
0 – 1	1,7	0,8	5,7	5,4	0,8	2,5	14, 8	4,1	0 – 1	1,4	1,1	7,1	2,3	0,6		9,7	11, 4
2 – 5	0,1	0,8	9,7	4,1	0,6	2,0	23, 5	11, 1	2 – 5	0,3	1,1	10, 3	2,3	0,3	0,5	18, 9	20, 3
6 – 9	0,3		0,6	0,3		0,5	6,9	1,7	6 – 9			0,5	0,9		0,2	6,3	3,1
10 – 13			0,3			0,1	0,5	0,3	10 – 13							1,2	
14 – 17							0,8		14 – 17							0,2	
13 часов									19 часов								
0 – 1	2,6	3,1	3,7	2,2	1,1	1,2	2,2	1,8	0 – 1	4,2	4,4	4,3	5,2	2,9	0,9	2,8	2,9
2 – 5	4,8	5,7	16, 2	6,5	0,9	1,2	3,8	9,1	2 – 5	1,7	2,6	11, 8	12, 1	3,5	3,8	9,5	6,8
6 – 9	0,9	0,5	11, 2	5,1			3,5	4,9	6 – 9	0,3	0,3	3,1	2,2	0,3	0,8	5,5	2,4
10 – 13			1,7	0,8			1,8	1,1	10 – 13	0,2	0,2	0,8				2,4	0,9
14 – 17			0,3				0,8	0,5	14 – 17							0,8	
18 – 20							0,6	0,2	18 – 20			0,2				0,2	
Август																	
1 час									7 часов								
0 – 1	1,2	0,5	12, 9	2,8	0,9	1,2	13, 4	7,8	0 – 1	1,1	1,1	6,4	2,6	0,5	0,6	12, 4	11, 0
2 – 5	0,8	0,9	11, 7	6,0	0,1	1,5	18, 3	11, 4	2 – 5	0,8	1,4	12, 6	2,3	0,5	0,3	18, 1	18, 6
6 – 9			1,4	0,5		0,5	3,4	0,9	6 – 9			1,4	0,8			5,8	0,9
10 – 13				0,1			1,2	0,3	10 – 13				0,1			0,6	
14 – 17							0,3		14 – 17							0,1	
18 – 20									18 – 20								
13 часов									19 часов								
0 – 1	2,0	2,9	4,8	1,1		0,6	1,2	1,1	0 – 1	2,9	2,4	6,3	5,7	2,8	2,4	5,2	3,7
2 – 5	4,6	7,4	17, 5	6,7	1,1	0,6	5,8	9,1	2 – 5	2,1	2,4	13, 2	12, 0	3,7	3,1	10, 1	4,8

Продолжение приложения 15

6 – 9	0,5	1,2	11,7	4,8		0,2	3,8	4,4	6 – 9		0,3	3,8	1,4	0,5	0,6	3,8	3,2	
10 – 13			2,2	1,5			1,2	0,3	10 – 13			1,1	0,2			0,6	0,5	
14 – 17			0,9				0,6		14 – 17						0,2	0,5		
18 – 20							0,2		18 – 20							0,5		
Скорость м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю 3	3	С3	Скорость м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю 3	3	С3	
Сентябрь																		
1 час									7 часов									
0 – 1	0,5	2,0	17,5	4,9	0,8	0,8	8,4	6,7	0 – 1	0,3	2,7	12,1	1,6	1,6	0,5	15,8	8,1	
2 – 5	0,9	1,3	15,9	6,7	0,8	0,8	14,0	7,1	2 – 5	0,3	2,5	15,8	4,1	0,5	0,3	12,9	11,0	
6 – 9		0,1	3,0	1,6			0,2	2,2	1,1	6 – 9		0,2	2,2	0,6		0,2	4,5	0,6
10 – 13			0,8	0,3			0,2	0,8	0,2	10 – 13			0,3	0,2			0,8	
14 – 17			0,2				0,2			14 – 17							0,3	
13 часов									19 часов									
0 – 1	2,6	3,5	4,3	1,6		1,0	1,3	1,0	0 – 1	1,6	2,9	13,4	9,4	2,5	0,5	5,2	2,2	
2 – 5	3,4	7,6	19,9	6,1	0,8	0,5	5,6	6,1	2 – 5	1,7	2,4	14,5	13,5	1,9	3,3	9,5	3,3	
6 – 9	0,2	1,0	14,0	5,1			2,6	3,7	6 – 9			5,1	1,9		0,5	1,9	1,4	
10 – 13			2,2	1,1			0,2	1,3	1,0	10 – 13			0,6	0,2			0,2	0,2
14 – 17			0,3	0,2			0,6	0,5		14 – 17							0,2	
18 – 20				0,5			0,2			18 – 20								
Октябрь																		
1 час									7 часов									
0 – 1	0,3	2,8	12,2	3,5	1,0	0,7	7,0	6,4	0 – 1	0,7	2,6	10,4	2,2	0,3	0,9	15,3	4,8	
2 – 5	0,7	2,3	19,1	5,4	0,2	0,9	12,8	6,2	2 – 5	0,4	1,9	17,5	6,3	0,6	0,7	11,0	7,3	
6 – 9		0,3	5,7	1,6			0,3	4,8	0,9	6 – 9		0,2	5,3	2,3		0,6	4,6	1,3
10 – 13			1,5	0,6			1,2			10 – 13			0,6	0,4			0,6	0,3
14 – 17			0,3	0,2			0,7			14 – 17							0,9	
18 – 20							0,4			18 – 20								
13 часов									19 часов									
0 – 1	1,3	2,3	4,1	0,9	0,3	0,4	1,6	2,2	0 – 1	0,6	2,6	12,5	6,9	1,2	1,9	2,5	2,2	
2 – 5	2,1	6,0	20,2	8,1	0,2		2,8	6,9	2 – 5	0,7	1,3	23,0	15,1	0,7	1,0	7,5	3,1	
6 – 9	0,3	0,3	13,2	6,8	0,1		4,1	6,3	6 – 9			5,7	3,4		0,2	3,1	1,6	
10 – 13			1,6	1,8			2,3	1,2	10 – 13			0,4	0,6			0,4	0,9	
14 – 17			0,3	0,3			1,0	0,4	14 – 17			0,1				0,6	0,2	
18 – 20							0,4	0,2	18 – 20									
Ноябрь																		
1 час									7 часов									
0 – 1	0,3	0,8	9,7	3,2	0,9	0,4	7,7	3,8	0 – 1	0,3	0,6	7,4	2,4	1,8	1,5	12,2	4,7	
2 – 5		0,8	19,9	8,3	0,5	0,3	11,2	4,4	2 – 5	0,6	1,5	19,8	9,0	1,4	0,6	8,0	4,4	
6 – 9			11,5	5,5			0,4	2,6	0,9	6 – 9		0,2	8,7	5,3	0,3	0,3	2,7	0,9

Продолжение приложения 15

10 – 13			2,4	1,1			1,1	0,4	10 – 13			0,6	1,4			1,2	0,4
14 – 17			0,6	0,2		0,2	0,4	0,3	14 – 17			0,9	0,3			0,6	
18 – 20			0,2						18 – 20								
13 часов									19 часов								
0 – 1	1,8	2,3	5,3	2,1	0,6		2,9	2,7	0 – 1		1,1	10,6	2,9	0,8	0,3	5,4	1,4
2 – 5	1,2	3,0	21,1	7,3	0,8	0,4	4,4	5,8	2 – 5	0,4	2,0	23,5	12,0	1,1	0,3	5,6	3,6
6 – 9	0,2	0,3	13,0	10,8	0,2		3,3	2,1	6 – 9		0,2	11,7	6,7		0,2	2,7	1,5
10 – 13			1,8	2,1			1,4	0,8	10 – 13			2,1	0,7		0,2	0,8	0,4
14 – 17			0,6				0,8	0,2	14 – 17			0,4	0,3			0,6	0,3
18 – 20			0,2				0,2	0,3	18 – 20								0,2
Скорость м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю 3	3	С3	Скорость м/с	С	СВ	В	Ю В	Ю	Ю 3	3	С3
Декабрь																	
1 час									7 часов								
0 – 1		2,1	7,0	4,8	0,9	1,2	10,0	3,2	0 – 1	1,9	1,6	8,7	4,0	0,9	1,6	7,9	4,4
2 – 5		1,0	17,8	8,8	0,9	0,3	9,7	5,4	2 – 5		1,2	17,3	11,6	1,3	0,9	8,2	5,0
6 – 9		0,7	9,0	5,0	0,2	0,4	2,3	0,6	6 – 9		0,3	9,4	3,2	0,3		3,7	0,9
10 – 13			1,6	1,0			1,5	0,7	10 – 13			1,8	0,6	0,1		1,0	0,3
14 – 17			1,5	0,4			1,0	0,2	14 – 17			0,7	0,2			0,6	0,1
18 – 20			0,2				0,4	0,2	18 – 20							0,3	
13 часов									19 часов								
0 – 1	0,6	2,0	8,2	3,7	0,6	1,0	7,6	2,6	0 – 1	0,3	0,9	10,0	9,6	0,3	1,6	2,5	2,8
2 – 5	0,7	2,0	16,5	11,1	0,6	0,7	5,8	5,3	2 – 5	0,4	1,8	18,9	11,5	0,3	0,3	6,3	2,9
6 – 9	0,4	0,2	11,8	6,2	0,2	0,2	3,5	1,8	6 – 9		0,3	10,9	6,6	0,3	0,2	3,7	0,6
10 – 13			1,6	0,9		0,2	1,8	0,3	10 – 13			1,5	0,6	0,2	0,2	1,2	0,3
14 – 17			0,7				1,2		14 – 17			1,2				1,3	0,2
18 – 20									18 – 20							0,3	